

ANNALEN
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.

DRITTE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

SIEBENZEHNTER BAND.

NEBST ZWEI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1849.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH.

ANNALS

P H Y S I K

C H E M I E

PHYSICS

AND

CHEMISTRY

OF

THE

UNIVERSITY OF

ANNALEN
DER
PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LXXVII.

ANALYSIS

OF

PHYSIC AND CHEMIE

OF THE

ANNALEN



DER

P H Y S I K

UND

C H E M I E.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

SIEBEN UND SIEBZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT DREI UND FUNFZIGSTER.

NEBST ZWEI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1849.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH.



ANNALS

THE

PHYSIK

OF

CHEMIE

VERLAG VON J. C. POGGENDORFF

LEIPZIG

J. C. POGGENDORFF

STIEBER UND NIEBESSEN'S BAND
DER NACHSTEN FOLGENDE FOLGENDE FOLGENDE

LEIPZIG 1892

LEIPZIG 1892

VERLAG VON J. C. POGGENDORFF

I n h a l t

des Bandes LXXVII der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

	Seite
I. Ueber das Verhalten des Quecksilbers bei seiner elektro-magnetischen Rotation; von J. C. Poggendorff.	1
Zusatz. Ueber die Richtung der elektro-magnetischen Rotation. S. 21.	
II. Beobachtung über die magnetische Polarität des Pöhlberges bei Annaberg; von F. Reich.	32
III. Ueber die durch den elektrischen Strom hervorgebrachten Töne; von W. Wertheim.	43
IV. Ueber die Phosphorescenz durch Insolation; von E. Becquerel	69
V. Ueber das farbige photographische Bild des Sonnenspectrums; von Demselben	82

VI

	Seite
VI. Ueber die Formen und einige optischen Eigenschaften des Magnesium-Platin-Cyanür; von W. Haidinger.	89
VII. Ueber den Antigorit; von Demselben.	94
VIII. Ueber die specifische Wärme des Kaliums und über die Siedpunkte der Kohlensäure und des Stickstoffoxyduls unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre; von Hrn. V. Regnault.	99
IX. Ueber die quantitative Bestimmung des Antimons; von H. Rose.	110
X. Ueber die Zusammensetzung des Schorlamits, eines neuen titanhaltigen Minerals; von C. Rammelsberg.	123
XI. Bestimmung neuer Mineralien (Glaukodot, Embolit, Lonchidit, Konichalcit), mitgetheilt von A. Breithaupt.	127
XII. Häufiger Arsengehalt in Eisenkiesen; von Demselben.	141
XIII. Ueber die Krystallform der rhomboëdrischen Metalle, namentlich des Wismuths; von G. Rose	143
XIV. Beitrag zur Hygrometrie; von G. Lefebvre.	152
XV. Ueber die Höhe der Wolken; von A. Bravais.	156
XVI. Schneeberge im östlichen Afrika.	160
(Geschlossen am 4. Juni 1849.)	

Zweites Stück.

I. Untersuchungen über die beim Oeffnen und Schließen einer galvanischen Kette entstehenden Inductionsströme; von E. Edlund.	161
II. Ueber die Wirkung der Hefe; von Schubert.	197
III. Ueber die schwarzen und gelben Parallel-Linien am Glimmer; von W. Haidinger.	219
IV. Ueber den Pleochroismus des Chrysoberylls; von Demselben.	228

VII

Seite

V. Beiträge zur Kenntniß von Mineralien des Harzes; von C. Zin-	236
cken und C. Rammelsberg.	
VI. Ueber die chemische Zusammensetzung der Knochen; von W.	267
Heintz.	
VII. Ueber eine Reihe unlöslicher alkalischer Salze der Phosphorsäure	
und Arsensäure; von H. Rose.	288
VIII. Mineralogische Beschreibung des Arkanits; von A. Breit-	
haupt.	302

(Geschlossen am 14. Juni 1849.)

Drittes Stück.

I. Untersuchungen über die Isogothermen der Alpen; von Adolph	305
Schlagintweit.	
Bildung der Quellen. — Zusammenhang mit der Schichtenstel- lung und Thalbildung. — Eigenthümlichkeiten des Kalks. — Höchste Quellen. — Temperatur der Quellen. — Zusammen- hang mit der Bodentemperatur. — Störungen, Methode der Beob- achtung. — Tabellen und Erläuterungen. — Abnahme der Tem- peratur mit der Höhe. — Vergleichung nach den Gebirgszügen. — Erläuterungen zur Isogothermenkarte (Taf. II.) S. 349.	
II. Mittlere Temperaturen in Rußland; von A. Kupffer.	357
III. Ueber den Wassergehalt der Atmosphäre; von H. W. Dove.	369
IV. Ueber die Hefe; von Schubert (Schluß).	397
V. Ueber die wahre Zusammensetzung des Chlorits; von C. Ram-	
melsberg.	414
VI. Ueber die Geschwindigkeit des Schalls in Flüssigkeiten; von W.	
Wertheim.	427

VIII

Seite

VII. Note zu meinen Versuchen über die Veränderung der Synaphie mit der Temperatur; von M. L. Frankenheim.	445
VIII. Ueber die diamagnetischen Beziehungen der positiven und negativen optischen Axen der Krystalle; von Plücker.	447
(Geschlossen am 28. Juli 1849.)	

Viertes Stück.

I. Ueber die Oberfläche der Flüssigkeiten; von G. Hagen.	449
II. Beiträge zur Vervollkommenung des magneto-elektrischen Rotations-Apparats, mit Bezug auf ähnliche Beiträge des Hrn. Dr. Sin- steden; von E. Stöhrer.	467
III. Ueber die Anwendung der magneto-elektrischen Maschinen und constanten Säulen zur Elektro-Telegraphie; von Demselben.	485
IV. Ueber die elektromotorische Kraft der Gase; von W. Beetz.	493
V. Vom photochromatischen Bilde des Sonnenspectrums und von den farbigen Bildern in der Camera obscura; von E. Becquerel.	512
VI. Notiz über das elektrische Verhalten krystallisirter Körper; von G. Wiedemann.	534
VII. Vergleichende Versuche über das Magnetisiren des Stahls mit der Spirale von Elias und mit Elektromagneten; von J. Frick.	537
VIII. Ueber die Geschwindigkeit des Schalls in Flüssigkeiten; von W. Wertheim (Schluß).	544
IX. Ueber die Construction der Anamorphosen im Kegelspiegel; von H. Emsmann.	571
X. Ueber die Interferenz der Wärmestrahlen; von A. Seebeck.	574

XI. Ueber den Einfluss der Umgebung eines Körpers auf die Anziehung oder Abstossung, die er durch einen Magnet erfährt; von Plücker.	578
XII. Ueber die Identität des Arkansits und Brookits in chemischer und krystallographischer Beziehung; von C. Rammelsberg. .	586
XIII. Chemische Zusammensetzung des Smectits; von L. A. Jordan.	591
XIV. Zur näheren Kenntniss des Ozons; von G. Osann.	592
XV. Höhen in Bolivia.	595

(Geschlossen am 1. August 1849.)

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf. I. — Edlund, Fig. 1, S. 162; Fig. 2, S. 173. — Reich, Fig. 3, S. 40; — VVertheim, Fig. 4, S. 47; Fig. 5, 6 und 7, S. 48; Fig. 8, S. 54; Fig. 9, S. 60; Fig. 10, S. 65. — Becquerel, Fig. 11, S. 74. — Lefebvre, Fig. 12, S. 152; Fig. 13, S. 155. — Breithaupt, Fig. 14 und 15, S. 127; Fig. 16, S. 302; Fig. 17, S. 303. — Haidinger, Fig. 18, S. 229; Fig. 19, S. 231; Fig. 20, S. 232; Fig. 21, S. 234. — G. Rose, Fig. 22, S. 145.

Taf. II. — Stöhrer, Fig. 1, S. 471 und 489; Fig. 2, S. 473; Fig. 3, S. 474; Fig. 4 und 5, S. 475; Fig. 6 und 7, S. 490; Fig. 8, S. 484. — Becquerel, Fig. 9, S. 513. — VVertheim, Fig. 10, S. 430; Fig. 11, S. 433; Fig. 12, S. 435. — Emsmann, Fig. 13, S. 572; Fig. 14, S. 573. — A. Schlagintweit, Isothermenkarte S. 349.

I. Ueber das Verhalten des Quecksilbers bei seiner
elektro-magnetischen Rotation;
von J. C. Poggendorff.

(Gelesen in der Akademie am 14. Dec. 1848 und der Hauptsache nach in
deren Monatsberichten mitgetheilt).

Die niedliche und für die Theorie so interessante Erscheinung der elektro-magnetischen Rotation ist kurz nach einander unter verschiedenen Formen entdeckt und studirt worden. Mehr zufällig als absichtlich glückte es Humphry Davy zuerst sie darzustellen, als er den Lichtbogen einer Volta'schen Batterie dem einen Pol eines starken Magnets unter sehr schieferm Winkel gegenüber hielt. Er beschrieb die Erscheinung in einer am 5. Juli 1821 in der K. Gesellschaft zu London gelesenen Abhandlung ¹⁾, ging indess so kurz über dieselbe hinweg, dafs sie vermuthlich noch lange wenig Beachtung gefunden haben würde, wenn nicht Faraday im September desselben Jahres in der Wechselwirkung eines starren Stromleiters und eines Magnetstabes ein viel einfacheres und mannigfacher Abänderungen fähiges Mittel zur Hervorbringung continuirlicher Rotationen des einen oder andern dieser beiden Elemente kennen gelehrt hätte ²⁾. Schon im November darauf wurde diese wichtige Entdeckung durch Ampère auf die Fälle ausgedehnt, wo der Magnetstab entweder durch den Erd-

1) *Philosoph. Transact. f.* 1821. p. 425 (Gilbert's Ann. Bd. 71. S. 244).

In neuerer Zeit ist die Rotation des Lichtbogens unter magnetischem Einflufs wiederum von C. V. Walker hervorgebracht (Ann. Bd. 54. S. 514).

2) *Quarterly Journ. of Science Vol. XII. p.* 74, 186; 283 und 416 (Gilbert's Ann. Bd. 71. S. 124 und Bd. 72. S. 113).

magnetismus oder durch einen zweiten starren Stromleiter ersetzt ist ¹⁾); und eine fernere Erweiterung erfuhr dieselbe im Jahre 1823, indem Humphry Davy zeigte, dafs auch ein flüssiger metallischer Leiter, Quecksilber oder geschmolzenes Zinn, unter gleichen Umständen wie ein starrer, in elektro-magnetische Drehung versetzt werden kann ²⁾), eine Thatsache, die denn auch späterhin bei nicht-metallischen flüssigen Leitern nachgewiesen worden ist.

So rasch dieser Kreis von Erscheinungen in experimenteller Hinsicht durchforscht worden ist, so schnell hat er auch in theoretischer seine Erledigung gefunden. Ampère, obwohl die continuirlichen Rotationen nicht voraussehend, hat sie sehr bald auf die von ihm entdeckten elektro-dynamischen Gesetze zurückgeführt, und wenn auch seine Erklärung nicht vollständig ist, so enthält sie doch die Grundzüge der richtigen Theorie. Als mechanisches Problem möchte die elektro-chemische Rotation wohl schwerlich noch gegenwärtig eine wesentlich neue Seite darbieten, und sicher würde ich nicht von ihr zu reden haben, wenn sie nicht, bei Anwendung von Quecksilber, mit einer Erscheinung verknüpft wäre, die, obwohl in das Gebiet der Chemie fallend, doch auch für den Physiker von mehrfachem Interesse ist.

Die elektro-magnetische Rotation des Quecksilbers zeigt mehrere beachtenswerthe Umstände, die zum Theil schon von Davy beobachtet worden sind. Der Gang seiner Untersuchung und die Resultate derselben waren der Hauptsache nach folgende. Anfangs stellte Derselbe seine Versuche in der Art an, dafs er in eine mit Quecksilber gefüllte Schale die beiden Poldrähte einer Volta'schen Batterie lothrecht hinabgehen liefs, und nun von unten oder oben her einen Magnetstab näherte. Er sah dann das Quecksilber um die beiden Drähte entgegengesetzte Rotationen annehmen, deren

1) *Ann. de chim. et de phys.* T. XVIII. p. 331 und 372, T. XX. p. 60
Gilb. Ann. Bd. 71. S. 172 und Bd. 72. S. 257.

2) *Philosoph. Transact. f.* 1823. p. 153 (*Ann. de chim. et de phys.* T. XXV. p. 64).

Richtungen überdies verschieden waren je nach der Natur und der Lage des einwirkenden Magnetpols.

Hierauf leitete er die Drähte der Batterie, von unten her, durch den Boden der Schale, und überzog dieselben so weit mit Siegellack, daß nur ihre zuvor abgeflächten und polirten Enden entblößt blieben und mit dem Quecksilber in Berührung kamen, von welchem sie nur etwa eine Linie hoch bedeckt wurden. Bei dieser Abänderung des Versuchs beobachtete er eine auffallende Erscheinung, die ihm speciell zu der Mittheilung in den *Philosoph. Transact.* f. 1823 Veranlassung gab.

Nicht allein, daß jetzt die Rotationen des Quecksilbers auch ohne Magnet, nur nicht so stark wie mit Hülfe desselben, zum Vorschein kamen, zeigte sich nämlich über beiden Drahtenden eine Hebung des Quecksilbers über sein Niveau, je nach der Stärke des Stroms von einer bis zwei Linien, somit zwei Kegel bildend, von dessen Scheiteln das flüssige Metall fortwährend nach allen Seiten abfloß. Durch Näherung eines Magnetpols von oben her konnten diese Kegel bis zum Niveau des Quecksilbers abgeflacht, ja sogar in eine Vertiefung von etwa 6 Linien Betrag verwandelt werden, während die Masse zugleich schneller herumwirbelte. Alle diese Vorgänge wiederholten sich, als die kupfernen Poldrähte der Batterie ersetzt wurden durch offene Glasröhren, die, wie die Schale, mit Quecksilber gefüllt waren.

Davy spricht keine bestimmte Meinung über die Ursache der eben erwähnten Erscheinung aus, sondern begnügt sich damit, mehrfach nachzuweisen, daß sie nicht aus einer Temperatur-Erhöhung des Quecksilbers am Ein- und Austrittsort des Stroms entsprungen seyn konnte, da dort, unter den Umständen seiner Versuche, die Temperatur nur unbedeutend erhöht ward.

Ich habe die Davy'sche Erscheinung nicht näher studirt, da ich sie mit der kleinen Batterie, die mir zu Gebote stand, nicht hervorzubringen vermochte; allein es scheint mir wenig zweifelhaft, daß die Hebung des Quecksilbers

über den Enden der Polardrähte einfach aus der Repulsion entsprungen sey, welche, wie Ampère gezeigt, die Theile eines Stroms, in Richtung seiner selbst, auf einander ausüben. Es scheint mir, nur in anderer Form, dieselbe Erscheinung zu seyn, welche Faraday beobachtete, als er zwei Quecksilbernäpfe durch einen mittelst Gegengewicht an einem Waagebalken in der Schwebelage gehaltenen Bügel aus Kupferdraht verband, und nun die Pole einer Batterie in die Näpfe tauchte; es hob sich dann der Bügel um mehr als einen Zoll aus dem Quecksilber und, so wie der Strom unterbrochen ward, senkte er sich wieder hinab ¹⁾. Viele Jahre später haben Lenz und Jacobi Gelegenheit gehabt, die Erscheinung in auffallenderer Gestalt zu sehen, als sie eine Batterie von 12 grossen Plattenpaaren, denen Quecksilbernäpfe angelöthet waren, blofs durch dicke Kupferbügel in sich schlossen: im Moment des Schliessens sprangen sämtliche Kupferbügel mit lautem Geprassel aus den Quecksilbernäpfen heraus ²⁾.

Die Erhebung des Quecksilbers über sein Niveau, bei dem Davy'schen Versuch, hätte also nichts Anomales, und eben so wenig dürfte die Senkung und Vertiefung desselben durch den genäherten Magnetpol eine Schwierigkeit in der Erklärung finden, da bei der durch den Magnet hervorgerufenen Rotation des Quecksilbers eine Centrifugalkraft entsteht, die nothwendig eine solche Wirkung auf die flüssige Masse ausüben mufs.

Man kann diese Depression schon mit ganz geringen Mitteln hervorbringen, der Magnet mag über oder unter das Quecksilber gestellt seyn ³⁾. Sie läfst sich benutzen, um eine für die Theorie des Galvanismus nicht unwichtige Thatsache nachzuweisen, die auf anderem Wege schwerlich reiner dargestellt werden kann.

1) Gilb. Annal. Bd. 72. S. 127.

2) Ann. Bd. 47. S. 461.

3) Dafs immer eine Depression erfolgt, gleich viel es mag ein Nord- oder Südpol über oder unter dem Quecksilber befindlich seyn, ist wohl ein deutlicher Beweis, dafs sie nur Wirkung der Centrifugalkraft sey.

Zu dem Ende verfahre ich folgendermaßen. In ein Uhr-
glas oder Porcellanschälchen gieße ich etwa eine Unze
Quecksilber, setze dasselbe auf eine Drahtrolle, die einen
Eisenkern einschließt, und tauche nun lothrecht in das flüs-
sige Metall zwei Drähte von Eisen oder Platin, den einen
nahe am Rande, den andern in der Mitte der runden Masse,
und zwar den letzteren so, daß er nur etwa eine halbe Li-
nie tief eingesenkt ist. Werden nun die erforderlichen Ver-
bindungen gemacht, um dem Strom einer galvanischen Kette
durch den Draht der Rolle und das Quecksilber einen zu-
sammenhängenden Weg darzubieten, so wird beim Schlie-
ßen der Eisenkern zu einem Magnet und damit tritt denn
sogleich eine lebhafte Rotation des Quecksilbers ein. In
Folge der durch diese Rotation erzeugten Centrifugalkraft
senkt sich das Quecksilber in der Mitte, und, wenn der
centrale Draht nicht zu tief eingetaucht ist, kommt bald
ein Moment, wo das Quecksilber sich von ihm abtrennt,
und dadurch eine Unterbrechung des Stroms bewirkt. Von
diesem Moment an setzt das Quecksilber seine Rotation nur
vermöge der erlangten Geschwindigkeit fort, verlangsamt
aber dieselbe wegen der Reibung an dem Gefäße bald an-
sehnlich, hebt sich dadurch in der Mitte, und kommt zuletzt
wieder mit dem centralen Draht in Berührung, wo dann die Ro-
tation mit anfänglicher Geschwindigkeit von Neuem beginnt.

Bei diesem Vorgang hat man nun zu bemerken Gele-
genheit, daß allemal, wenn das Quecksilber den centralen
Draht verläßt, ein Funke erscheint, niemals aber, wenn es
wiederum mit ihm in Berührung tritt, was augenscheinlich
beweist, daß der so häufig besprochene galvanische Schlie-
ßungsfunke nicht existirt, weder bei der einfachen Kette,
noch bei der Batterie, denn man kann beide Apparate ohne
Unterschied mit gleichem Erfolg zu dem erwähnten Versuch
benutzen. Man kann den Beweis wohl auf anderem Wege
führen, schwerlich aber entscheidender und leichter, da sich
ohne zusammengesetzte Hilfsmittel kaum ein sanfteres, von
allen Erschütterungen freies Schließen der Kette bewerk-
stelligen lassen dürfte, als es mittelst des rotirenden Queck-

silbers geschieht, sobald man nur eine standfeste Unterlage zur Verfügung hat.

Es ist indess nicht diese Erscheinung, von der ich ausführlicher reden wollte, sondern eine andere, deren Davy nicht gedenkt, und deren ich überhaupt nirgends erwähnt gefunden habe, obwohl sie beim Gebrauch der zahlreichen Apparate, die man seit länger als einem Vierteljahrhundert zum Erweise der elektro-magnetischen Rotationen construirt hat, von Diesem oder Jenem flüchtig bemerkt worden seyn mag.

Um dieselbe zu beobachten, kann man sich einer Vorrichtung von eben beschriebener Art bedienen, nur dafs man den centralen Draht so tief in das Quecksilber taucht, dafs keine Trennung beider, also auch keine Funkenbildung, die immer das Quecksilber verunreinigt, stattfinden kann. Ein einziger Grove'scher Becher damit verbunden, genügt vollkommen dem Zweck ¹⁾.

Schliesst man nun die Kette, so erfolgt also sogleich eine lebhafte Rotation des Quecksilbers, die besonders deutlich wird, wenn man auf die Oberfläche desselben leichte Körpertheilchen streut, Papierfäserchen, Korkfeisel oder dergleichen Substanzen. Im ersten Moment geschieht die Rotation um beide Drähte in entgegengesetzter Richtung, aber bald überwiegt die um den centralen Draht, wegen seiner vortheilhafteren Stellung, und nun hat man also nur eine einzige Rotationsrichtung, wobei jedoch die Theilchen mit ungleicher Winkelgeschwindigkeit herum kreisen, die näher der Mitte mit gröfserer als die fernerer; ja genau besehen, beschreiben sie nicht einmal Kreise, sondern verwickeltere Curven um den centralen Draht, was auch bei der unglei-

1) Die Drahtrolle des eben erwähnten Apparats schliesst einen Eisencylinder von 8 Lin. par. Durchmesser ein, ist 4 Zoll hoch und mit 3 Pfund Kupferdraht von einer par. Lin. Dicke bewickelt. Auf dieser Rolle steht zur Aufnahme des Quecksilbers entweder ein Uhrglas, eine Porcellanschale oder der untere Theil einer durchschnittenen Glasflasche. Die Poldrähte der Kette sitzen entweder an einem Stativ oder in einem Pfropfen, mit welchem der Hals einer aus einer Glasflasche gebildeten Glocke verschlossen ist.

chen Vertheilung des galvanischen Stroms in der Quecksilbermasse nicht füglich anders seyn kann.

Je nach Umständen, 5, 10 oder 15 Minuten bleibt Alles unverändert in diesem Zustand. Nach und nach verlangsamt sich aber die Geschwindigkeit, die Theilchen rotiren nicht mehr getrennt, sondern gleichsam zusammenhängend, wie wenn die Oberfläche des Quecksilbers eine starre Scheibe bildete, immer träger wird die Rotation dieser Scheibe und am Ende hört sie gänzlich auf. Dabei hat der Strom, wie man sich leicht überzeugen kann, nichts von seiner Stärke verloren; ja man kann ihn sogar durch einen zweiten Grove'schen Becher verstärken, ohne dafs sich das Quecksilber wieder in Bewegung setzt.

Als ich vor etwa einem Jahr diese Erscheinung zuerst beobachtete, setzte sie mich nicht wenig in Verwunderung, da ich keinen Grund anzugeben vermochte, weshalb der Strom oder der Magnet seine Wirksamkeit verloren haben sollte; allein bald überzeugte ich mich, dafs das Phänomen seinen Sitz nur an der Oberfläche, nicht in der Masse des Quecksilbers habe; denn wenn ich unter gehörig schiefer Winkel auf das Metall blickte, konnte ich deutlich an einer gewissen Wellenbewegung erkennen, dafs die Rotation keineswegs aufgehört hatte, sondern sich im Innern der Masse unverändert und mit grofser Geschwindigkeit fortsetzte. Es war also klar, dafs blofs die Oberfläche des Quecksilbers eine Veränderung erlitten haben mufste.

Für diesen Schluss spricht noch der Umstand, dafs man Quecksilber, welches unbeweglich geworden ist, nur in eine Flasche zu giefsen und tüchtig durchzuschütteln braucht, um ihm seine frühere Beweglichkeit vollständig wieder zu geben. Man kann diels sehr oft mit unverändertem Erfolg wiederholen, und hat dadurch das einfachste Mittel in der Hand den Versuch fast unzählige Mal mit derselben Portion Quecksilber anzustellen. Doch läfst sich bemerken, dafs das Quecksilber um so schneller die Beweglichkeit verliert, je öfter es in dieser Weise benutzt worden ist.

Die Veränderung der Oberfläche des Metalls allein ist

es jedoch nicht, was die Unbeweglichkeit hervorruft. Sie hat ihren Grund zum Theil auch in einer vermehrten Adhäsion des Quecksilbers zu der Wandung des Gefäßes. Denn, wenn man bei einem grossen Tropfen Quecksilber, der in einem Uhrglase unbeweglich geworden ist, mehrmals mit einer feinen Nadel zwischen Glas und Metall herumstreicht, und somit die Oberfläche des Tropfens gleichsam vom Glase abschneidet, setzt sich diese wiederum in Bewegung, jedoch immer nur auf kurze Zeit, als eine zusammenhängende Scheibe und mit geringer Geschwindigkeit. Dasselbe erfolgt auch, wenn man den kapillaren ringförmigen Raum zwischen Glas und Quecksilber mit Wasser oder Alkohol ausfüllt, ohne die übrige Fläche des Metalls zu benässen.

Die nächste Frage war nun wohl die: Ob die Erscheinung eine Wirkung des galvanischen Stromes sey oder nicht. Um hierüber Auskunft zu erhalten, nahm ich eine Portion Quecksilber, von deren Beweglichkeit ich mich zuvörderst überzeugt hatte, und prüfte sie von Zeit zu Zeit auf wenige Augenblicke in der angegebenen Weise. Dadurch stellte sich dann bald heraus, dafs das Quecksilber schon für sich, durch blofses Stehen an der Luft, in den Zustand der relativen Unbeweglichkeit übergeht, dafs folglich der galvanische Strom als solcher keinen Theil an der Erscheinung hat, sondern nur als Reagens dient, um dieselbe sichtbar zu machen.

Nach einiger Uebung hält es auch gar nicht schwer, schon durch blofses Umrühren des Quecksilbers mit einer Nähnadel zu erkennen, ob dasselbe eine bewegliche Oberfläche habe oder nicht. Indefs bleibt diefs Mittel, was Empfindlichkeit und Deutlichkeit der Angabe betrifft, doch weit hinter dem zurück, welches der galvanische Strom in Combination mit einem Magnete darbietet. Es gestattet auch dieses eine viel mannigfachere Anwendung. So z. B. kann man die Drähte der Batterie von unten her in das Quecksilber einführen, und den Magnetstab von oben nähern. Wenn man nun diesen dabei sehr nahe an die Queck-

silberfläche bringt, läßt sich wahrnehmen, daß die Theile gerade unter ihm noch rotiren, während die seitlichen, auf die er schwächer wirkt, schon nicht mehr in Bewegung gesetzt werden, — wohlverstanden sind damit immer die Theile an der Oberfläche gemeint, denn die im Innern bewegen sich, wie früher gesagt, zu allen Zeiten ohne Ausnahme.

Nach diesen Erfahrungen mußte es sich nun wohl fragen, worin denn die sonderbare Veränderung der Quecksilberoberfläche ihren Grund habe?

Zur Beantwortung dieser Frage muß ich zuvörderst bemerken, daß ich von der Zeit an, wo ich die erwähnte Erscheinung näher zu untersuchen anfang, nur ein möglichst reines Quecksilber anwandte. Es war eigends zu diesen Versuchen längere Zeit mit einem beträchtlichen Antheil Salpetersäure in der Wärme digerirt, dann sorgfältig gewaschen und getrocknet worden. Eine Quantität von anderthalb Unzen desselben, die in einem bedeckten Porcellantiegel über der Weingeistlampe verflüchtigt worden, hinterließ nur ein kaum wahrnehmbares Pünktchen, dessen Natur sich eben wegen seiner äußerst geringen Menge nicht näher bestimmen ließ; es konnte nur ermittelt werden, daß es kochender Salpetersäure widerstand und im Königswasser verschwand. Jedenfalls war diese Beimischung so höchst unbedeutend, daß sie keinen Einfluß auf die Erscheinung ausüben konnte, und ich wohl das angewandte Quecksilber so gut wie völlig rein betrachten durfte.

Vollends wurden alle Bedenklichkeiten in dieser Hinsicht gehoben, als ich durch Güte des Herrn H. Rose Gelegenheit bekam, ein aus dem Chloride durch Destillation mit Eisen dargestelltes Quecksilber anwenden zu können. Es verhielt sich dieses durchaus ganz wie das auf nassem Wege gereinigte.

Von reinem Quecksilber wird nun in den chemischen Lehrbüchern angegeben, daß es bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft unveränderlich sey, — obwohl die Angaben in dieser Beziehung nicht ganz übereinstimmend lauten.

Berzelius sagt kurz: Es hält sich unverändert an der Luft und im Wasser ¹⁾. Bestimmter äußert L. Gmelin: Das Quecksilber bleibt unverändert bei noch so langem Schütteln mit Sauerstoffgas, Luft u. s. w. ²⁾. Dagegen heist es bei Thénard: Das Quecksilber hat bei der gewöhnlichen Temperatur keine Wirkung auf das Sauerstoffgas oder die atmosphärische Luft im trocknen oder feuchten Zustande, oder wenigstens ist seine Wirkung darauf ausnehmend langsam ³⁾. Aehnlich spricht sich Dumas aus, indem er sagt: Bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt sich das Quecksilber nur an feuchter Luft. Selbst unter diesem Umstande ist die Oxydation schwierig und unvollständig. Sie erfolgt nur auf langes Schütteln, wie dasjenige, welches man erhält, wenn eine zum vierten Theil mit Quecksilber gefüllte Flasche an den Flügel einer Windmühle befestigt wird. Nach Verlauf einer langen Zeit bildet sich etwas Oxydul ⁴⁾.

Dumas hat hier wohl die alten, ums Jahr 1733 von Boerhaave angestellten Versuche im Sinn, welche in neuerer Zeit von Vogel etwas abgeändert und unstreitig mit reinerem Material wiederholt worden sind. Vogel goß eine Unze Quecksilber, erhalten durch Zersetzung des Chlorids mit Aetzkali oder durch Erhitzung des rothen Oxyds, in eine Quartflasche und band diese, wohl verschlossen, an das Rad eines Fuhrwerks, welches zwischen Paris und Versailles hin- und herfuhr. Nach sechs Tagen hatte das Quecksilber nicht die mindeste Veränderung erlitten. Dasselbe war der Fall als die Luft durch Sauerstoffgas ersetzt wurde. Hiebei waren alle Materiale möglichst trocken. Bei einem andern Versuch wurde das Schütteln unter Zusatz von Wasser vorgenommen; dabei verwandelte sich das Quecksilber in ein graues Pulver, welches aber auch nur aus äußerst fein zertheiltem Metall bestand ⁵⁾.

1) Lehrbuch, Aufl. III. Bd. III. S. 281.

2) Handbuch, Aufl. IV. Bd. III. S. 469.

3) Lehrbuch (Fechner's Uebersetzung) Bd. I. S. 384.

4) *Traité. T. III. p. 599.*

5) Schweigger's Journ. (1812) Bd. IV. S. 393.

Nach diesen Angaben mußte es gewiß unwahrscheinlich erscheinen, daß bei meinen Versuchen das jedenfalls sehr reine Quecksilber innerhalb der kurzen Zeit von zehn, fünfzehn oder höchstens zwanzig Minuten durch ruhige Berührung mit der Luft eine merkliche Oxydation erlitten haben sollte. Wirklich zeigte es auch bei allen Versuchen, nachdem es seine Beweglichkeit verloren hatte, denselben ungetrübten Metallglanz, den es zuvor besaß. Ich untersuchte das von seiner Oberfläche, im beweglichen und im unbeweglichen Zustand reflektirte Licht mittelst eines Nicol'schen Prisma, konnte aber durchaus keinen Unterschied zwischen beiden Fällen wahrnehmen. Das völlig unveränderte Ansehen der Quecksilberfläche bei zwei so verschiedenen Eigenschaften derselben, ist sicher ein Umstand, der das Auffallende der in Rede stehenden Erscheinung bedeutend erhöht.

Worin liegt nun aber der Grund der Verfestung des Quecksilbers an seiner Oberfläche? Es lassen sich, wie es scheint, hierüber zwei Meinungen aufstellen. Entweder geschieht die Verfestung durch einen innern Proceß, durch eine Art von krystallinischer Anordnung, welche die Theilchen der Oberfläche bei Ruhe annehmen. Oder es wird doch, ungeachtet das Auge keine Veränderung an der Oberfläche wahrnimmt, dennoch irgend ein Stoff aus der Luft absorbirt.

Vor näherer Prüfung dieser Möglichkeiten schien es untersuchungswerth, ob auch wässrige Flüssigkeiten eine Verfestung ihrer Oberfläche an der Luft erleiden würden. Flüssigkeiten der Art sind bekanntlich, gleich dem Quecksilber und jedem anderen metallischen Leiter, der elektro-magnetischen Rotation fähig, und man kann daher auch bei ihnen diese Rotation benutzen, um die Empfindlichkeit ihrer Oberfläche zu prüfen.

Ich bediente mich dazu eines dem frühern ähnlichen Apparats, nur daß die Poldrähte der Batterie ersetzt wurden durch zwei winkelförmige Metallstreifen, deren horizontale Schenkel ringförmig gekrümmt waren. Der eine dieser

Ringe schloß dicht an den einen Rand des etwa zwei Zoll im Durchmesser haltenden Schälchens, der andere stand in der Mitte desselben und maß etwa drei Linien im Durchmesser. Bei Verbindung der lothrechten Schenkel mit der Batterie ging der Strom durch die Flüssigkeit radialiter entweder vom kleineren zum größeren Ringe oder umgekehrt. Ich stellte zwei Versuche an, den einen mit verdünnter Schwefelsäure, den anderen mit Kupfervitriol - Lösung; im ersteren Fall bestanden die Streifen aus Zink, dessen ringförmiger Theil amalgamirt war, im zweiten aus Kupfer ¹⁾).

1) So weit ich finden kann, ist die Rotation der wässrigen Flüssigkeiten zuerst von Schweigger beobachtet (dessen Journal, 1826, Bd. 48, S. 344). Später hat Fechner (Ebendasselbst, 1829, Bd. 57, S. 15) zu diesem Behufe eigends einen kleinen Apparat construirt, bestehend aus einer einfachen Kette aus Zink und Kupfer in Gestalt einer ringförmigen Dille, die mit Säure oder Salmiakwasser gefüllt und auf die Enden eines cylindrischen Hufeisenmagnets gesteckt wird. Der Apparat ist einfach und zweckmäßig, aber beschränkter von Gebrauch als der oben angeführte, mittelst dessen man die Rotation der wässrigen Flüssigkeiten (wie die des Quecksilbers) auch ohne Magnet hervorbringen kann. Dazu braucht man das Schälchen nur in eine hinlänglich weite, aufrecht stehende Drahtrolle zu stellen, und die nöthigen Verbindungen zu machen. Ich bediene mich dazu einer Rolle von 2,5 Zoll innerem Durchmesser und 1 Zoll Höhe, bewickelt mit $1\frac{1}{2}$ Pfund Kupferdraht von 1 par. Lin. Dicke. Der Strom eines einzigen Grove'schen Bechers, durch das ganze System geleitet, reicht hin, die Flüssigkeit in lebhafte Rotation zu versetzen.

Ich glaube man legt im Allgemeinen zu wenig Werth auf diese Thatsache, denn während man zum Erweise der elektro-magnetischen Rotation starrer Leiter und Magnete eine große Anzahl von Apparaten ersonnen hat, wird die der wässrigen Flüssigkeiten selten in den Vorlesungen gezeigt. Und doch ist diese Thatsache von Wichtigkeit, insofern sie darthut, daß die wässrigen Flüssigkeiten, welche den galvanischen Strom leiten, ungeachtet ihrer elektrolytischen Zersetzung, so gut die magnetische Thätigkeit desselben äußern als seine chemische Wirkung erleiden. Es würde schwer halten diesen Beweis auf umgekehrte Weise zu führen, dadurch z. B., daß man suchte durch einen aus der Flüssigkeit gebildeten Multiplicator auf eine Magnetnadel oder einen beweglichen Stromleiter zu wirken. Durch Aufhängung einer Magnetnadel über dem Körper einer galvanischen Batterie, wie es früher von Ampère geschehen ist, wird der Beweis nicht geführt, da hiebei auch die metallischen Theile auf die Nadel wirken.

Beide Flüssigkeiten nahmen schon mit Hülfe des Stroms eines einzigen Grove'schen Bechers und des erwähnten Elektromagnets eine lebhafte Rotation an, welche sich durch aufgestreutes *Lycopodium* deutlich erkennen liefs, und diese Rotationsfähigkeit der Oberfläche hatte noch nach 24 Stunden nichts von ihrer Stärke verloren. Bei wässrigen Flüssigkeiten scheint also an der Luft, wenn sie nicht durch diese geradezu eine chemische Zersetzung erleiden, keine Unbeweglichkeit der Oberfläche einzutreten.

Ich kehrte nun wieder zum Quecksilber zurück. Um die Luft von demselben abzuhalten, bediente ich mich zunächst des einfachen Mittels, dasselbe mit einer Schicht Flüssigkeit zu bedecken. Ich übergofs dasselbe also einige Linien hoch successive mit *Mandelöl*, *Terpentinöl*, *Schwefelkohlenstoff*, *Aether*, *Alkohol* und *destillirtem Wasser*, gekochtem wie ungekochtem. Unter allen diesen entweder gar nicht oder sehr schlechtleitenden Flüssigkeiten kam die Oberfläche des Quecksilbers nicht zur Rotation. Wenn ich aber dem Wasser einige Tropfen Säure oder ein Salz zusetzte, stellte sich sogleich jene Rotation ein, während auf derselben auch die wässrige Flüssigkeit rotirte.

Unter *Ammoniakflüssigkeit*, die bekanntlich im geringen Grade leitend ist, behielt die Quecksilberfläche eine Zeit lang ihr Rotationsvermögen, aber es ward sichtbar geschwächt, nahm immer mehr ab, und verschwand dann gänzlich. *Lycopodium*, das auf die Ammoniakflüssigkeit gestreut worden, zeigte, dafs diese anfangs an der Rotation Theil nahm, sich aber immer später in Bewegung setzte als die Quecksilber-Oberfläche.

Die Unbeweglichkeit der Quecksilberfläche unter den vorhin erwähnten nichtleitenden Flüssigkeiten kann wohl nicht auf Rechnung einer Reibung geschoben werden, denn man sollte meinen, unter den Theilchen im Innern der Quecksilbermasse, wo doch die Rotation ungestört fortgeht, wäre die Reibung gröfser als zwischen den Theilchen des Quecksilbers und der nicht-metallischen Flüssigkeit. Diese Versuche scheinen demnach zu beweisen, dafs es nicht allein

ein in der Luft befindlicher Stoff sey, welcher die Quecksilber-Oberfläche träge zu machen im Stande ist.

Um zu sehen, ob dasselbe auch von gasförmigen Substanzen gelte, änderte ich den Apparat dahin ab, daß ich zur Aufnahme des Quecksilbers eine Glasschale mit seitlichen diametralen Oeffnungen anwandte, in welchen die winkelförmig gebogenen Poldrähte durch Korke festgehalten wurden. So konnte die Luft in der Schale leicht mit verschiedenen Gasen und Dämpfen geschwängert werden, wenn ein Stück Fließpapier, benäht mit der erforderlichen flüchtigen Flüssigkeit, über den Rand ausgebreitet, und mit einer Glasplatte bedeckt wurde.

In dieser Weise liefs ich zuvörderst *Terpentinöl* und *Alkohol* in der Schale verdunsten. Von beiden Dämpfen konnte keine deutliche Wirkung wahrgenommen werden, indem die Quecksilberfläche ihre Beweglichkeit geraume Zeit behielt, und als sie dieselbe zuletzt verloren hatte, sich nicht entscheiden liefs, ob dieß nicht auf Rechnung der vorhandenen Luft zu schieben sey. Eben so verhielt sich *Schwefelkohlenstoffdampf*.

Dagegen hatte *Ammoniakgas* augenscheinlich eine, so zu sagen tödtende Wirkung auf die Quecksilber-Oberfläche, indem dieselbe viel schneller als in Luft allein zu Ruhe kam, ohne dabei übrigens etwas von ihrem Glanze einzubüßen.

Ich glaubte nun einen Augenblick, der in der atmosphärischen Luft vorhandene Ammoniakgehalt könnte, trotz seiner Geringfügigkeit, die Ursache der von mir untersuchten Erscheinung seyn. Allein als ich die Schale durch ein mit verdünnter Schwefelsäure benetztes Papier bedeckte, wodurch doch dieser Ammoniakgehalt entfernt werden mußte, zeigte sich keine Abnahme in der Wirkung der Luft.

Jetzt wurde ein Stück Phosphor in der Schale aufgehängt. Es erfüllte sie bald mit dem bekannten Nebel, der sich senkte und auf die Quecksilberfläche ablagerte. In Folge deß verlor sie schnell ihre Beweglichkeit. Ob dieß Wirkung des Ozons war, mag dahingestellt bleiben.

Am stärksten unter allen von mir untersuchten Substanzen wirkte in dieser Weise der Dampf des *Schwefeläthers*. Nur wenige Augenblicke brauchte das mit dem Aether benähte Papier die Schale zu überdecken, um eine vollständige Tödtung der Quecksilberfläche zu veranlassen, wobei diese übrigens spiegelblank blieb ¹⁾).

In entgegengesetzter Weise als die vorhin genannten Substanzen und in auffallender Stärke wirken die Dämpfe flüchtiger *Säuren*, wie *Essigsäure*, *Salzsäure*, *Salpetersäure*. Ueber einer an der Luft, in Ammoniakgas oder Aetherdampf unbeweglich gewordenen Quecksilberfläche braucht nur auf wenige Augenblicke ein mit solcher Säure benähtes Papier ausgebreitet zu werden, um ihr die ursprüngliche Lebendigkeit wiederzugeben, weit vollständiger und nachhaltiger als es durch das Schütteln geschieht. Es ist diess um so auffallender, als in dem Dampf der Salpetersäure und auch der Salzsäure die Quecksilberfläche nicht blank bleibt, sondern anläuft oder beschlägt. Aetherdampf vernichtet die nun eingetretene Lebendigkeit nicht, wohl aber Ammoniakgas, dessen Wirkung sich durch abermalige Anwendung von sauren Dämpfen wieder entfernen läßt.

Wasserdampf hat keine Wirkung. Selbst bei stärkster Behauchung der Quecksilberfläche behält sie ihre Beweglichkeit, oder erlangt sie nicht wieder, wenn sie dieselbe schon verloren hat. Eben so ist eine Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit oder eine Austrocknung derselben durch concentrirte Schwefelsäure ohne allen Einfluß, in dem einen, wie in dem andern Sinne.

Zu diesen letzten Versuchen diente ein Apparat von folgender Einrichtung. Das Quecksilber befand sich in ei-

- 1) Schon im flüssigen Zustand übt der Schwefeläther eine eigenthümliche Wirkung auf das Quecksilber aus. Uebergießt man es mit einer dünnen Schicht der ätherischen Flüssigkeit, so bleibt es darunter, bei Ruhe, freilich unverändert, spiegelblank. So wie sie aber verdunstet, bekommt es eine matte, schwarzgraue Oberfläche, zieht bei Bewegung Schwänze, und sondert ein schwärzliches Pulver ab, das indeß nach Vogel (Schwgg. J. Bd. 4, S. 406) nichts als fein zertheiltes Metall ist.

ner kleinen Woulf'schen Flasche mit drei Hälsen, welche, wie früher die offene Schale, auf dem Elektromagneten stand. Zwei dieser Hälse, nämlich der mittlere und einer der seitlichen, nahmen mittelst übersigelter Korke luftdicht die beiden Polardrähte der galvanischen Kette auf, und der dritte war durch Kautschuck verbunden mit einem der Seitenröhren einer kleinen Handluftpumpe. Die andere, mit einem Hahn versehene, Seitenröhre dieser Pumpe führte zu einer zweiten, mit Baumwachs angekitteten Woulf'schen Flasche, ähnlich der ersteren, nur darin anders vorgerichtet, daß ihr mittlerer Hals zugepfropft war und der zweite Seitenhals luftdicht eine offene, bis zum Boden der Flasche hinabreichende Röhre aufnahm. Je nachdem nun die in der ersten Flasche enthaltene Luft mit Feuchtigkeit gesättigt oder ausgetrocknet werden sollte, wurde die zweite Flasche entweder mit Wasser oder mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt, dann der Hahn im Seitenrohre verschlossen und die erste Flasche ausgepumpt. Wurde nun der Hahn geöffnet, so drang die Luft der äußeren Atmosphäre, die Flüssigkeit durchströmend, in die erste Flasche und erfüllte sie entweder im feuchten oder trocknen Zustande. Ein paarimaliges Wiederholen dieser Operation liefs den Zweck derselben immer vollkommen erreichen.

Denselben Apparat benutzte ich, um die Wirkung einiger Gase, nämlich der *Kohlensäure*, des *Wasserstoffs* und des *Sauerstoffs* zu untersuchen. Er erlitt dabei nur in sofern eine Abänderung, als die offene gerade Röhre der zweiten Woulf'schen Flasche ersetzt wurde durch eine gekrümmte, die in der oberen Oeffnung einer durch Wasser abgesperrten Glasglocke luftdicht eingekorkt war. Mittelst der Luftpumpe, bei geöffnetem Hahn des Seitenrohrs, wurde diese Glocke zunächst mit Wasser gefüllt, und dann, nach Verschließung des Hahns, mit dem zu prüfenden Gase versehen. Die fernere Operation des Füllens der ersten Woulf'schen Flasche mit diesem Gase war der schon beschriebenen gleich; nur wurde darauf gesehen, sie möglichst rasch auszuführen, damit nicht während derselben

schon die Quecksilberfläche eine Veränderung erlitten haben möchte.

Die *Kohlensäure* wurde aus doppelt-kohlensaurem Natron mittelst gröblich zerstoßener Weinsäure dargestellt, um sie sowohl ganz rein zu erhalten, als langsam zu entwickeln. Bei dieser Bereitungsweise hatte sie, selbst ohne Auffangung über Wasser und Durchleitung durch Schwefelsäure, keinen Einfluß auf die Quecksilber-Oberfläche, d. h. wenn diese beweglich war, so blieb sie es auch stundenlang in dem Kohlensäuregase, und wenn sie vorher ihre Beweglichkeit verloren hatte, erhielt sie dieselbe in dem Gase nicht wieder. Eine mit Salzsäure aus Kreide entwickelte Kohlensäure aber, direct ohne Waschung, mit der Quecksilberfläche in Berührung gesetzt, wirkte, wenn diese durch Stehen an der Luft unbeweglich geworden, belebend auf sie, — wie ich glaube, durch Wirkung eines Antheils von salzsaurem Gase, welches den Kolben oberhalb der Flüssigkeit erfüllte und mit dem Kohlensäuregas übergeführt ward.

Wasserstoffgas verhielt sich ebenso indifferent wie reines Kohlensäuregas. Stundenlang sah ich darin die Quecksilberfläche ihre Beweglichkeit behalten, und, wenn sie dieselbe an der Luft verloren hatte, auch nicht wieder erlangen. Um sicher ganz reines Wasserstoffgas anzuwenden, bediente ich mich eines elektrolytisch entwickelten.

Hierauf schritt ich zum *Sauerstoffgase* und zwar auch hier zur Anwendung eines elektrolytisch dargestellten, weil ich gefunden hatte, dafs das aus chlorsaurem Kali bereitete und noch mehr das aus einem Gemeng von chlorsaurem Kali und Manganhyperoxyd gewonnene einen Antheil Chlor enthält, in Folge dessen es, wenigstens wenn es unmittelbar, ohne Waschung und sonstige Reinigung, angewandt wird, die Quecksilber-Oberfläche bedeutend angreift. Vom elektrolytischen Sauerstoff sah ich solchen Angriff nicht, aber dennoch büfste in demselben die Quecksilberfläche ihre Beweglichkeit ein. Das Sauerstoffgas wirkte in dieser Beziehung unstreitig rascher als die atmosphärische Luft,

jedoch nicht in solchem Grade wie ich wohl erwartet hatte.

Endlich schien es mir noch nöthig die Wirkung eines *luftleeren* Raumes zu versuchen. Gern hätte ich zu diesem Behufe das Quecksilber in ein Torricelli'sches Vacuum versetzt, aber die Umständlichkeit des dazu erforderlichen Apparats hielt mich davon ab. Ich begnügte mich daher mit dem Vacuum, welches eine Handluftpumpe zu liefern im Stande ist, und in der That erwies sich dieses auch schon als völlig hinreichend. Es zeigte nämlich eine völlige Indifferenz. Mehr als 12 Stunden lang behielt darin die Quecksilberfläche ihre volle Beweglichkeit, in weit höherem Grade als im Wasserstoff- oder Kohlensäuregas, zum Theil offenbar in Folge des aufgehobenen Drucks, wie man dieß auch an jedem etwas weitem Barometer zu beobachten Gelegenheit hat, wo die Quecksilberfläche im langen Schenkel schon bei leiser Erschütterung in eine ziemlich anhaltende Wellenbewegung geräth, während die im unteren Schenkel, auch frisch nach der Füllung, sich relativ unbeweglich zeigt. Bei der elektromagnetischen Rotation im Vacuo scheinen die auf der Quecksilberfläche schwimmenden Staubtheilchen oder Papierfäserchen dieselbe kaum zu berühren, und sie beschreiben mit großer Schnelligkeit Curven um den centralen Polardraht, die von einander unabhängig und keineswegs kreisförmig sind.

Umgekehrt, hat einmal die Quecksilberfläche ihre Beweglichkeit durch Stehen an der Luft oder in Sauerstoffgas verloren, so erlangt sie dieselbe im Vacuo auch nicht wieder.

Hiemit schließt der experimentelle Theil meiner Untersuchung, da ich ihm im Wesentlichen nichts mehr hinzuzufügen gewußt habe. Fragen wir nun, welche Auskunft er über die in Rede stehende Erscheinung liefere, so muß ich mich dahin entscheiden, daß ungeachtet die Oxydirbarkeit des Quecksilbers an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur von den chemischen Autoritäten in Abrede gestellt wird und ungeachtet das Zeugniß des Auges ihre Meinung zu unterstützen scheint, dennoch eine oberflächliche Oxydation

des Metalls unter den genannten Umständen stattfindet, und dass folglich eine sehr dünne, für das Auge unwahrnehmbare Oxyd- oder Oxydulschicht als Ursache der relativen Unbeweglichkeit der Oberfläche anzusehen sey.

Dafür spricht noch, meiner Ansicht nach, die Wirkungslosigkeit des Wasserstoffgases, der Kohlensäure und des Vacuums. Die Indifferenz des Vacuums scheint auch die Vermuthung von einer bloßen Absorption des Sauerstoffgases zu widerlegen, da wohl glaublich ist, dass ein bloß absorbirter Sauerstoff im luftleeren Raum wieder entweichen würde. Das Verhalten im Vacuum unterstützt ferner nicht die Meinung, dass die Quecksilberfläche an sich durch irgend einen noch unbekannten Proceß eine Veränderung bei Ruhe erleide, denn sonst könnte sie nicht im luftleeren Raum ihre Beweglichkeit behalten.

Die angeführten Versuche lehren freilich, dass auch andere Gase, wie Aether- und Ammoniakgas, der Quecksilberfläche ihre Beweglichkeit zu rauben vermögen, aber an der Luft weiß ich diese Wirkung nur dem Sauerstoffgase zuzuschreiben.

Zur Stütze dieser Ansicht kann ich zuvörderst anführen, dass es mir wenigstens nicht geglückt ist ein Quecksilber darzustellen, welches nicht, nachdem es längere Zeit mit der Luft in Berührung gewesen, beim Durchlaufen durch eine unten fein durchlöchernte Papiertute, ein Kügelchen mit unreiner Oberfläche zurückgelassen hätte. Ueberdies giebt Dulong an, dass Quecksilber, wenn man es mit seinem Oxyd zusammenreibt, eine kleine Menge von diesem löse, dadurch das Ansehen eines Amalgams erlange und eine starke Adhäsionsfähigkeit zum Glase erlange ¹⁾. Beim Zusammenreiben mit einem durch Kali gefällten Oxyd habe ich freilich diese Beobachtung nicht bestätigt finden können; das Metall, von dem in Oxydul übergegangenen Oxyd abfiltrirt, unterschied sich äußerlich nicht von anderem Quecksilber, rotirte auch anfangs ganz gut, kam aber doch bald zum Stillstehen, obwohl es eine spiegelblankte Ober-

1) Annal. Bd. 26, S. 457.

fläche behielt. Jedenfalls scheint es mir viel wahrscheinlicher, die Unbeweglichkeit dem Sauerstoff zuzuschreiben, als sie von dem bisweilen zufällig und in sehr geringer Menge in der Luft vorhandenen Schwefelwasserstoff herzuleiten, zumal ich fand, daß das Quecksilber auch in einer durch Kupfervitriollösung geleiteten Luft seine Rotationsfähigkeit verliert.

Endlich möchte ich auch glauben, daß die Unbeweglichkeit, welche die Quecksilber-Oberfläche bei der elektromagnetischen Rotation an der Luft, in Sauerstoff-, Aether-, Ammoniakgas u. s. w. annimmt, mehr von einer erlangten Zähigkeit herrührt, als von Abnahme des elektrischen Leitungsvermögens. Wenigstens leitet sie immer noch einen Theil des elektrischen Stroms, denn oft habe ich gesehen, daß man, nach bereits eingetretener Unbeweglichkeit, die Oberfläche partiell wieder in Bewegung setzen kann, wenn man den Magnet von oben her sehr nähert; es kommen dann die gerade unter ihm befindlichen Theile wieder zur Rotation, während die seitlichen in Ruhe verharren. Die belebende Kraft der sauren Dämpfe, von der ich früher sprach, könnte wohl auf Wiederherstellung eines vernichteten oder geschwächten Leitvermögens hindeuten, aber mit der Wirkung der Säuren ist auch eine Zerreißung der Oxydschicht verknüpft, und getrennte Oxydtheilchen haben, wie vereinzelte Staubtheilchen, keinen Einfluß auf die Beweglichkeit der Quecksilber-Oberfläche.

Die hier besprochenen Erscheinungen werfen ein neues Licht auf die Unregelmäßigkeiten, die noch neuerdings von Frankenheim umständlich erörtert worden sind und zum Theil ebenfalls von einer Veränderlichkeit der Quecksilber-Oberfläche an der Luft hergeleitet werden, freilich nicht von einer Oxydation, sondern, wie er sich ausdrückt, von der Bildung einer Art von Quecksilbergallerte¹⁾. Worin auch die Veränderung des Quecksilbers ihren Grund haben möge, so würde man doch, glaube ich, in Betreff der Capillar-Erscheinungen zu constanteren Resultaten ge-

1) Annal. Bd. 75, S. 231.

langen, wenn man die Beobachtungen künftig im Vacuo oder in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas wiederholen wollte.

Zusatz. Ueber die Richtung der elektromagnetischen Rotation.

Als mechanisches Phänomen bietet die elektromagnetische Rotation gegenwärtig nichts Problematisches mehr dar; sie kann vollständig auf die Gesetze zurückgeführt werden, nach denen elektrische Ströme, je nach ihrer Richtung, anziehend oder abstoßend auf einander einwirken. Wenn ich hier dennoch Einiges über die Richtung dieser Rotation zu sagen unternehme, so geschieht es nur, weil ich damit eine Seite der Erscheinung zu berühren glaube, die meines Wissens noch nicht hervorgehoben worden ist, und die um so mehr Interesse besitzt, als sie scheinbar mit der Theorie in Widerspruch steht. Freilich ist der Widerspruch eben nur ein scheinbarer, er trifft nicht die strenge Theorie; da aber diese nur von Wenigen studirt zu werden pflegt und man sich meistens an die populäre Darstellung hält, welche Ampère in den *Ann. de chim. et de phys.* (1822) T. XX, p. 60 gegeben hat ¹⁾, so dürfte das Folgende schon in so fern nicht ohne Werth seyn, als es zeigen wird, daß diese Darstellung den Erscheinungen nicht genügt.

Die elektro-dynamischen Rotationen erklären sich der Hauptsache nach durch den Satz, daß zwei Stromtheile, die beide, wie ao und bo , auf einen Punkt o zu gehen, oder sich beide, wie oc und od , von diesem Punkt entfernen, einander anziehen, daß sie dagegen einander abstoßen, wenn der eine sich diesem Punkte nähert und der andere von ihm entfernt, wie es mit ao und oc oder mit bo und od der Fall ist; ein Satz, der von Ampère daraus abgeleitet worden, daß sich die Ströme ad und bc parallel und gleichlaufend zu stellen suchen.



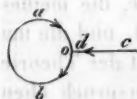
¹⁾ Daraus in Gilbert's Ann Bd. 72, S. 257.

Die Anwendung dieses Princip's auf die beiden durch die Rotation des Quecksilbers am leichtesten realisirbaren Fälle, wo ein beweglicher Stromtheil dc sich in der Ebene eines festen kreisrunden Stroms aob , entweder innerhalb oder auferhalb desselben, befindet, ergibt nun Folgendes.



Ist der bewegliche Leiter innerhalb des festen und geht in ihm der Strom von c nach d , also vom Umfang zum Mittelpunkt, so wird er sich in der Richtung ob drehen, d. h. in derselben Richtung, in welcher der Strom den festen kreisrunden Leiter durchläuft ¹⁾).

Befindet sich dagegen der bewegliche Leiter auferhalb des festen, und hat in ihm der Strom noch dieselbe Richtung cd , nähert sich also dem festen Leiter, während er sich im ersten Falle von ihm entfernte, so erfolgt eine Drehung im Sinne oa , mithin gegen die Richtung des Stroms in dem festen Leiter.



Wenn folglich, wie in beistehenden Figuren angenommen ist, der Strom in dem festen Leiter *schraubenrechts* geht, also die Richtung eines Uhrzeigers oder der scheinbaren Sonnenbewegung befolgt, so dreht sich der bewegliche Leiter cd im ersten Falle auch *schraubenrechts*, im zweiten dagegen *schraubenlinks*.

Die Richtigkeit dieser Deduction lässt sich mittelst eines Schälchens voll Quecksilber, welches man bei c und d durch lothrechte Drähte in den Kreis einer galvanischen Kette eingeschaltet hat, am einfachsten darthun, denn wenn auch dabei der Strom nicht auf die Linie cd beschränkt ist, sondern sich durch die ganze Quecksilbermasse verpflanzt, so hat er doch in dieser Linie seine grösste Stärke, und wirkt der Hauptsache nach so, wie wenn er blofs in

1) Unter Strom wird hier immer, wie allgemein üblich, der positive verstanden, derjenige, welcher in der Flüssigkeit der galvanischen Kette vom Zink zum Platin geht.

ihr seinen Weg nehme. Umgiebt man nun das Schälchen im ersten Fall mit einigen Drahtwindungen, und versieht es im zweiten mit solchen Windungen in der Mitte, die dazu natürlich eine passende Oeffnung besitzen muß¹⁾, so erfolgt, bei Durchleitung eines Stroms durch die Drahtwindungen, die Drehung des Quecksilbers in der einen oder andern Richtung, ganz wie es oben angezeigt wurde.

Wie verhält es sich nun aber mit einem Magnet? Nach der Ampère'schen Hypothese sind die Theilchen eines Magnetstabes umkreist von kleinen elektrischen Strömen, die der Mehrzahl nach mit ihren Ebenen winkelrecht auf der Axe des Stabes liegen, und für die Wirkung nach außen läßt sich die Summe der Elementarströme, die in jedem Querschnitt des Stabes enthalten sind, ersetzen durch einen einzigen Strom, der den Umfang des Querschnitts umgiebt. Es scheint demnach als könne man den zweiten der hier betrachteten Fälle unverändert reproduciren, wenn man die Drahtspirale in der Mitte des Quecksilbergeäßes ersetzt durch einen mit dem Südpol nach oben gekehrten Magnetstab, da, bei dieser Stellung, seine Ströme die Richtung der scheinbaren Sonnenbewegung haben, oder, von oben gesehen, schraubenrechts gehen²⁾. Allein dem ist doch nicht ganz so.

Hält man den Stab zuvörderst so, daß sein oberes (südpolares) Ende noch ganz unter dem Boden des Schälchens bleibt, und geht, wie hier immer vorausgesetzt wird, der Strom im Quecksilber von der Peripherie zum Centrum, so wird man zu seiner Ueberraschung wahrnehmen, daß die Rotation in *schraubenrechter* Richtung erfolgt, also in um-

- 1) Am besten eignet sich hiebei zur Aufnahme des Quecksilbers der Deckel einer runden Pappschachtel, den man in der Mitte durchlocht und mit einer Dille von Papier versehen hat.
- 2) Eine senkrecht stehende Drahtrolle, die schraubenrechts oder in Richtung der scheinbaren Sonnenbewegung von einem galvanischen Strom durchlaufen wird, magnetisirt einen darin steckenden Eisenkern so, daß der Südpol oben ist, magnetisirt ihn also eben so wie in unserer Hemisphäre der Erdmagnetismus. Die Ampère'schen Ströme laufen parallel mit dem galvanischen Strom, der ihnen Richtung giebt.

gekehrter, wie sie von dem vorhin auseinander gesetzten Princip gefordert wird ¹⁾).

Dasselbe ist auch noch der Fall, wenn man den Magnetstab in die centrale Dille steckt und sein oberes Ende mit dem Quecksilber in Niveau bringt; man kann dieß Ende sogar einige Linien über die Quecksilberfläche heben und immer bleibt die Rotation eine schraubenrechte. Dabei hat man indefs zu bemerken Gelegenheit, dafs in dem Maafse als man den Stab hebt, die Schnelligkeit der Rotation abnimmt, und wenn man mit dem Heben fortfährt, gelangt man bald zu einem Punkt, wo die Rotation ganz aufhört. Die Lage dieses Punkts ist nach den Dimensionen des Magnetstabes verschieden; bei einem runden Stahlmagnet von 4 Zoll Länge und einem Viertelzoll Länge mag er etwa drei Linien vom Ende liegen.

Bei fernerem Heben tritt nun eine *entgegengesetzte*, also *schraubenlinke* Rotation ein, und diese Rotation, die anfangs nur schwach ist, wächst bis zur Mitte des Stabes, wo sie ihr Maximum erreicht; von da an nimmt sie, so wie man den Stab weiter in die Höhe zieht, allmähig wieder ab, wird bei einem zweiten Punkt nahe am untern Ende des Stabes abermals Null, und geht darauf wieder in die anfängliche *schraubenrechte* über.

Die Punkte, bei denen die Rotation aufhört, sind im Wesentlichen offenbar die, welche man *Magnetpole* nennt; und aus dem Ebengesagten geht hervor, dafs, bei angegebener Richtung des Stroms im Quecksilber, die Rotation erst eine schraubenlinke wird, wenn der Südpol sich oberhalb der Quecksilberfläche befindet. In gleicher Richtung erfolgt die Rotation, wie leicht ersichtlich, wenn man den Magnetstab umkehrt und nun mit seinem untern (süd-

1) In gleicher Richtung, nur schwächer, rotirt auch das Quecksilber schon ohne Hülfe eines Magnetstabes, nämlich in Folge des Erdmagnetismus, der in unserer Hemisphäre bekanntlich so wirkt wie wenn am Erdboden ein Südpol vorhanden wäre. Schon ein einziges Grove'sches Element reicht hin, diese Wirkung des Erdmagnetismus deutlich zum Vorschein zu bringen.

polaren) Ende von oben her dem Quecksilber nahe bringt. Ein und derselbe Magnetpol, an einer und derselben Seite der Quecksilberschicht befindlich, bringt also eine und dieselbe Rotation hervor, gleichviel ob dabei der andere Pol auf gleicher oder entgegengesetzter Seite, d. h. unter oder über dem Quecksilber liegt. Aber freilich ist die Rotation nur in Bezug auf den Beobachter unverändert geblieben; in Bezug auf den Magnetstab hat sie, mit Umkehrung desselben, auch ihre Richtung umgekehrt.

Die eben beschriebene Erscheinung kehrt bei allen elektro-magnetischen Rotationen wieder, und so auch bei den Versuchen, bei denen man durch Drehung von Magnetstäben oder von Metallscheiben neben solchen Stäben Inductionsströme hervorrufft ¹⁾. Sie lehrt klar, wie verfänglich jene populäre Theorie ist, durch welche man den Erfolg solcher Versuche zu erklären pflegt.

Ich will davon nur ein Beispiel anführen. Ampère, in der vorhin angeführten Abhandlung, betrachtet unter andern den Fall, wo ein Magnetstab, mit dem Südpol nach oben gekehrt, in einer cylindrischen Quecksilbermasse schwimmt, in welcher der Strom, nahe der Oberfläche, vom Mittelpunkt zum Umfang geht.

Die, seiner Hypothese nach, im Magnetstab vorhandenen elektrischen Ströme gehen, bei dieser Stellung des Stabes, schraubenrechts; sie haben also, von der convexen Seite betrachtet, gleiche Richtung mit dem Strom cb und allen ferner rechts liegenden, und entgegengesetzte mit dem Strome ca und allen weiter links liegenden. Erstere bewirken eine Anziehung (obwohl verringert durch die Abstofsung auf die gegenüberliegende concave Seite des Stroms im Magnet), letztere eine Abstofsung



1) Sie zeigt sich auch einfach in dem wohl von Faraday zuerst beschriebenen (Gilb. Ann. Bd. 71, S. 128) Verhalten eines lothrechten Stroms zu einer neben ihm horizontal schwebenden Magnethadel. Dieß- und jenseits der Pole, vom Mittelpunkt aus gerechnet, bewirkt er entgegengesetzte Ablenkungen.

(obwohl ebenfalls geschwächt durch die gegen sie concave Seite dieses Stroms); beide, Anziehung und Abstofsung, addiren sich in ihrer Wirkung und somit erfolgt, sagt Ampère (der überdiess noch die quer durch den Stab gehenden galvanischen Ströme betrachtet, was aber an seiner Deduction nichts ändert), eine Bewegung des schwimmenden Magnetstabs nach der Rechten, oder, um den Punkt *c*, eine Rotation desselben in schraubenlinker Richtung.

Ampère fand den Versuch ganz übereinstimmend mit dieser Erklärung, offenbar aber nur durch den zufälligen Umstand, dafs der Magnetstab hinreichend aus dem Quecksilber hervorragte, um noch seinen Südpol über der Fläche desselben liegen zu haben. Hätte er den Magnetstab tiefer eingetaucht, was nichts an der Erklärung geändert haben würde, so wäre die Rotation in entgegengesetzter Richtung erfolgt und somit ein vollständiger Widerspruch zwischen Theorie und Erfahrung eingetreten.

Auf einen gleichen Widerspruch stöfst man, wenn man in obiger Weise die Richtung der Inductionsströme zu erklären sucht, welche beim Rotiren einer Metallscheibe über einem Magnetstab zum Vorschein kommen. Faraday hat gefunden, und es ist leicht sich von der Richtigkeit seiner Aussage zu überzeugen, dafs wenn man eine Kupferscheibe, die im Mittelpunkt und im Umfang schleifend mit dem Draht eines Galvanometers verbunden ist, horizontal in schraubenrechter Richtung rotiren läfst, ein unter der Scheibe, zwischen den Ableitungsstellen gehaltener Südpol, Ströme erregt, die in der Scheibe vom Mittelpunkt zum Umfang gehen ¹⁾. Es ist indefs aus einem Blick auf die letzte Figur ebenso leicht zu ersehen, dafs der Erfolg, nach der von Ampère gegebenen Erklärung, gerade der umgekehrte seyn müfste; denn Theile der Scheibe, wie *cb*, nähern sich der convexen Seite des Magnetstabes, und Theile wie *ca* entfernen sich von ihr; in beiden müfsten also, nach den bekannten Inductionsgesetzen, die Ströme vom Umfang nach dem Mittelpunkt gehen.

1) Annal. Bd. XXV. S. 126. §. 99.

Diese und ähnliche Widersprüche bilden indess keinen Einwurf gegen die Ampère'sche Hypothese vom Magnet. Man kann sich experimentell davon überzeugen, wenn man den Versuch mit dem rotirenden Quecksilber in der Weise wiederholt, daß man durch die centrale Dille des Gefäßes, statt des Magnetstabes, einen schraubenförmig mit besponnenem Draht umwickelten Cylinder steckt ¹⁾. Wird nun durch diesen Draht ein galvanischer Strom in schraubenrechter Richtung durchgeleitet, damit das obere Ende einen Südpol repräsentire, so erhält man beim Heben und Sinken des Cylinders alle die vorhin beschriebenen Erscheinungen, nur mit dem Unterschiede, daß die Rotationen schwächer sind, und die Pole genau an den Enden des Cylinders liegen.

Auch wenn man das Quecksilberschälchen auf eine größere Drahtrolle stellt, oder neben derselben in verschiedenen Höhen anbringt, hat man Gelegenheit das Gesagte bestätigt zu finden.

Fragt man nun, weshalb denn die Ampère'sche Erklärung so widersprechende Resultate gebe, so ist der Grund einfach der, daß dabei von den im Magnet supponirten elektrischen Strömen nur diejenigen in Betracht gezogen werden, welche mit den durch das Quecksilber geleiteten galvanischen Strömen in einer Ebene liegen. Die Rotation des Quecksilbers (oder beim Ampère'schen Versuch, des Magnets) ist aber das Resultat der Wirkung aller elektrischen Ströme des Magnets auf die galvanischen, und für die, welche beträchtlich über oder unter einander liegen, ist das vorhin gegebene einfache Raisonement nicht mehr gültig, weil bei der Wirkung eines kreisrunden galvanischen Stroms außerhalb seiner Ebene alle Theile desselben um so mehr in Betracht kommen, als sich die Richtung

- 1) Am besten ist eine Glasröhre zu nehmen, den Draht im Innern derselben zurückzuführen und die freien Enden zusammenzudrehen. So führt man, wie Ampère gezeigt, die Schraubenwindungen des Drahts auf Kreisströme zurück, und setzt die freien Drahtenden außer Wirkung auf das Quecksilber.

stärker von der Ebene entfernt. Eben-so verhält es sich auch mit der Erregung von Inductionsströmen.

Um die Wirkung eines Magnetstabs auf eine radialiter von galvanischen Strömen durchflossene Quecksilbermasse etwas genauer zu übersehen, braucht man übrigens nicht die Ampère'schen Ströme in Betracht zu ziehen, sondern nur das von Laplace aus Biot und Savart's Versuchen abgeleitete Gesetz anzuwenden, demzufolge die Wirkung eines Magnettheilchens oder Magnetpols auf ein Strom-Element proportional ist direct dem Sinus des Winkels, den das Element mit der seine Mitte mit dem Pol verbindenden Geraden macht, und umgekehrt dem Quadrate dieser Geraden. Ampère hat in den *Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII. p. 113* dieses Gesetz zu sehr lehrreichen Entwicklungen benutzt, von denen die folgende Darstellung (die vom Prof. Weber her stammt) gleichsam einen Auszug darstellt.

Es bezeichne $+\mu$ den Magnetismus des Nordpols, $-\mu$ den des Südpols, 2α den Abstand beider Pole des Magnets; k das Product der Stromstärke in die Länge des Strom-Elements und $m = 2\alpha\mu$ das Moment des Magnets. Hier mögen nur die beiden Fälle betrachtet werden, wo das Strom-Element eine parallele und eine winkelrechte Lage gegen die Magnetaxe besitzt.

1. Strom-Element parallel der Magnetaxe und Stromrichtung gegen den Magnet.

Der senkrechte Abstand des Nordpols vom Strom-Element ist $x - \alpha$, der des Südpols: $x + \alpha$, der horizontale Abstand beider Pole von dem Elemente $= y$. Auch sey $x^2 + y^2 = r^2$.

Dann ist erstens die Kraft des Nordpols auf das Strom-Element senkrecht gegen die Ebene der Figur, *aufwärts* gerichtet, gleich:

$$+ \frac{k\mu y}{[(x-\alpha)^2 + y^2]^{\frac{3}{2}}} \\ = + \frac{k\mu y}{r^3} \left[1 + \frac{3x}{r^2} \alpha + \frac{3}{2} \cdot \frac{4x^2 - y^2}{r^4} \alpha^2 + \frac{5}{2} \cdot \frac{4x^2 - 3y^2}{r^6} x \alpha^3 + \dots \right]$$

zweitens die Kraft des Südpols

$$= - \frac{k\mu y}{r^3} \left[1 - \frac{3x}{r^2} \alpha + \frac{3}{2} \cdot \frac{4x^2 - y^2}{r^4} \alpha^2 - \frac{5}{2} \cdot \frac{4x^3 - 3y^2}{r^6} x \alpha^3 + \dots \right]$$

Also die Kraft des Magnets in Summa

$$\frac{km}{r^3} \left(3 + \frac{5}{2} \cdot \frac{4x^2 - 3y^2}{r^2} \cdot \frac{\alpha^2}{r^2} \right) \frac{xy}{r^2}.$$

Bezeichnet man mit ψ den Winkel, welchen die Magnetaxe oder die Stromrichtung mit r macht, so erhält man:

$$\frac{1}{2} \frac{km}{r^3} \left(3 + \frac{5}{2} (4 - 7 \sin^2 \psi) \frac{\alpha^2}{r^2} \right) \sin 2\psi,$$

also für kleine Werthe von $\frac{\alpha}{r}$ endlich:

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{km}{r^3} \sin 2\psi \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

2. Strom-Element winkelrecht zur Magnetaxe;

Stromrichtung *abwärts* vom Magnet.

Die Kraft des Nordpols auf das Strom-Element, senkrecht gegen die Ebene der Figur und *aufwärts* gerichtet, wird ausgedrückt durch

$$= + \frac{k\mu x}{r^3} \left(1 + \frac{2x^2 - y^2}{r^2} \cdot \frac{\alpha}{x} + \frac{3}{2} \cdot \frac{2x^2 - 3y^2}{r^4} \alpha^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{8x^4 - 24x^2y^2 + 3y^4}{r^6} \cdot \frac{\alpha^3}{x} + \dots \right)$$

die des Südpols

$$= - \frac{k\mu x}{r^3} \left(1 - \frac{2x^2 - y^2}{r^2} \cdot \frac{\alpha}{x} + \frac{3}{2} \cdot \frac{2x^2 - 3y^2}{r^4} \cdot \alpha^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{8x^4 - 24x^2y^2 + 3y^4}{r^6} \cdot \frac{\alpha^3}{x} + \dots \right)$$

also die Kraft beider Pole:

$$= \frac{km}{r^3} \left[\left(3 \frac{x^2}{r^2} - 1 \right) + \frac{1}{2} \frac{8x^4 - 24x^2y^2 + 3y^4}{r^6} \cdot \alpha^2 \right]$$

oder wenn ψ den Winkel zwischen der Magnetaxe und der Linie r bezeichnet:

$$= \frac{km}{r^3} \left[(3 \cos^2 \psi - 1) + \frac{1}{2} (8 \cos^4 \psi - 24 \sin^2 \psi \cos^2 \psi + 3 \sin^4 \psi) \frac{\alpha^2}{r^2} \right],$$

also für kleine Werthe von $\frac{\alpha}{r}$

$$= \frac{km}{r^3} (3 \cos^2 \psi - 1) \dots \dots (2)$$

Die Formeln (1) und (2) sind in mehrfacher Hinsicht nur als approximativ zu betrachten, schon deshalb weil man es in Wirklichkeit nie mit einem Strom-Element, sondern stets mit einem Strom von gröfserer oder geringerer Ausdehnung zu thun hat; aber sie geben doch Approximationen, welche die Hauptumstände bei der Richtung der elektromagnetischen Rotation übersehen lassen.

Der durch die Formel (1) vorgestellte Fall, welcher sich mit Quecksilber nicht wohl anders als mit einem horizontal gelegten Magnetstab verwirklichen läfst, bei senkrechtem Magnet dagegen einen senkrechten beweglichen Leiter erfordert, zeigt, dafs die Rotation eines Strom-Elementes Null ist, wenn $\psi = 90$ oder das Element der Mitte des Stabes gegenüber steht. Darüber und darunter wächst sie in gleichem Maafse, ist aber in Richtung entgegengesetzt. Ein Leiter also, der längs dem ganzen Magnetstabe herabgeht, kann nicht in elektro-magnetische Rotation versetzt werden. Reicht er aber nur bis zur Hälfte herab und geht auch der Strom in ihm herabwärts, so rotirt er entgegengesetzt der Richtung der Ampère'schen Ströme, also wenn der Nordpol des Magnetstabes nach oben gekehrt ist, schraubenrechts.

Die Formel (2), welche speciell für die Quecksilberrotation gilt, lehrt, dafs diese Null ist, wenn $\cos \psi = \sqrt{\frac{1}{3}}$, und da zu diesem Cosinus zwei Winkel gehören, dafs diese Nullität an zwei hiedurch bestimmten Punkten eintritt; darüber und darunter hat die Rotation entgegengesetzte Richtungen.

Für einen galvanischen Kreisstrom, der als ein Magnetstab von grofser Kürze zu betrachten ist, für welchen

also $\alpha = 0$, ergibt sich hieraus das folgende niedliche Theorem.

Sey pq der Durchschnitt des horizontalen Kreisstroms, und ba das ihm parallele Element des beweglichen Stroms. Von der Mitte des ersteren zur Mitte des letzteren ziehe man die Linie AC ; winkelrecht an diese setze man die Linie CB , ziehe senkrecht aus A eine Gerade in die Höhe bis sie BC schneidet, und theile den Abstand AB in drei gleiche Theile $AD = DE = EB$. Geht nun die Richtung des beweglichen Stroms ab durch den Punkt D , so erfolgt keine Rotation desselben. Liegt der Kreisstrom pq höher als A und tiefer als E , so ist die Rotation die umgekehrte wie wenn er tiefer als A oder höher als E liegt.

Eine aufmerksame Betrachtung der Formeln (1) und (2) lehrt ferner, daß zwei bewegliche Leiter, ein verticaler und ein horizontaler, die beide über einem lothrechten Magnetstab befindlich sind und in denen beiden der Strom auf diesen Stab zugeht, entgegengesetzte Rotationen vollziehen, nämlich der verticale eine schraubenlinke, und der horizontale eine schraubenrechte, wenn das obere Ende des Magnets südpolär ist.

Man kann sich hievon leicht überzeugen, wenn man, zur Leitung des Stroms durch das Quecksilber, statt des festen Drahts in der Mitte des Schälchens, einen nach Faraday'scher Art dicht neben dem Magnet aufgehängten Platindraht nimmt, und dessen Rotation vergleicht mit der des Quecksilbers, nachdem der feste Draht wieder eingesetzt ist.

Allein das Quecksilber für sich giebt schon zu dieser Beobachtung Gelegenheit, wie ich dieß einst zufällig und mir eine Zeit lang unerklärlich erfahren mußte. Ich gebrauchte nämlich zur Aufnahme des Quecksilbers ein trichterförmiges Glasgefäß, in dessen Hals ich einen runden Magnetstab durch einen Kork befestigt hatte. Der Magnet war nicht vom Quecksilber isolirt, diente vielmehr zur Fortleitung des Stroms, indem einer der mit der Kette verbun-

denen Drähte mit seinem oberen Ende in Berührung gesetzt war. Bei dieser Vorrichtung rotirte nun das Quecksilber, ohne dafs die Richtung des Stroms oder die Stellung des Magnetstabes verändert wurde, bald schraubenrechts, bald schraubenlinks. Nach mancherlei Proben ergab sich als Grund dieser sonderbaren Erscheinung, dafs der Magnetstab, durch das Anfassen mit den Händen, mit einem fettigen Ueberzug versehen war, der bald oben, bald unten Stellen entblöfst liefs, und dadurch bewirkte, dafs der Strom im Quecksilber bald horizontal, bald mehr oder weniger schief hinabging. Nachdem diese Ursache erkannt war, liefs sich auch das Phänomen willkührlich hervorrufen, indem ich den Magnetstab etwas einfettete und bald unten, bald oben, eine ringförmige Zone durch Sandpapier blank rieb.

Zur vollen Sicherheit des Resultats ist es daher immer gut, ein Gefäfs mit flachem Boden anzuwenden und das Quecksilber darin nur eine Schicht von 1 oder 2 Linien Dicke einnehmen zu lassen. Eine runde Pappschachtel ist deshalb und wegen der Dünnhheit ihres Bodens zu diesen und ähnlichen Versuchen ganz vorzüglich geeignet.

Schließlich möchte ich mir noch erlauben die Frage aufzuwerfen, ob nicht die elektro-magnetische Rotation des Quecksilbers und anderer Flüssigkeiten als ein Beweis von der Nichtexistenz besonderer elektrischer Flüssigkeiten zu betrachten sey? Man müfste diesen wenigstens eine starke Adhäsion zu den Quecksilbertheilchen zuschreiben, um zu erklären, wie sie im Stande seyen diese Theilchen in Bewegung zu setzen.

II. *Beobachtungen über die magnetische Polarität des Pöhlberges bei Annaberg; von F. Reich.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den Berichten der Gesellschaft d. Wissenschaften zu Leipzig. Bd. I. No. VI.)

Längst bekannt und vielfach beobachtet ist es, dafs nicht blofs Magneteisenstein, sondern dafs auch viele andere, be-
son-

sonders eruptive Gesteine, wie Granit, Grünstein, Serpentin, Basalt, Lava u. s. w., auf die Magnetnadel wirken, und häufig deutliche magnetische Pole zeigen. Man hat auch mehrfach darüber gestritten, ob der Magnetismus dieser Gesteine immer eine Folge von fein eingemengten magnetischen Eisenerzen sey, oder ob er auch in Fällen sich zeigen könne, in denen solche anerkannt magnetische Gemengtheile gänzlich fehlen, wie man namentlich vom Granit und Serpentin behauptet, — ohne dafs diese Frage unzweifelhaft entschieden zu seyn scheint,

Folgendes ist die Literatur, die ich über Beobachtungen und Meinungen über den Magnetismus der Gesteine habe auffinden können.

Eine Zusammenstellung in Gehler's physikal. Wörterbuche, neu bearbeitet, Band 6, S. 643.

Eine Zusammenstellung, jedoch ohne Citate, in einer Abhandlung von Fournet: *Aperçus sur le magnétisme des minerais et des roches* in den *Annales de la société d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon* 1848.

Gmelin über den Basaltberg in der Sibirischen Tartarei, in dessen Reise durch Sibirien, Göttingen 1752. IV. 344.

Wächter über den Magnetismus der Schnarcher, des Ilsensteins und der Hohneklappen am Harze, in Gilb. Ann. V. 376.

Hausmann über denselben Gegenstand, in Crell's chem. Ann. 1803. II. 207.

Jordan über dasselbe, in Crell's chem. Ann. 1803. I. 61 und Gilb. Ann. XXVI. 256.

v. Zach darüber, in Bode's astronomischen Abhandl. Supplementband 1793. S. 263.

Freiesleben darüber, in den Bemerkungen über den Harz II. 46.

Schröder darüber, in der ersten Fortsetzung seiner Abhandlung vom Brockengebirge, 1790. S. 75.

Lasius darüber, in den Beobachtungen über das Harzgebirge. I. 86.

Poggendorff's Annal. Bd. LXXVII.

von Humboldt über den Magnetismus des Haidebergs. Allg. Lit. Zeit. Intelligenzbl. 1796. 169; — 1797. 38, 68 und 87. Neues bergmännisches Journal I. 257 und 542; Gren's neues Journal der Physik IV. 136. Von Moll Jahrbücher III. 301. — Gilb. Ann. IV. 451 Anmerk. V. 389 und 393.

Hardt darüber, in Gilb. Ann. XLIV. 89 und v. Moll neue Jahrb. II. 403.

Bischof und Goldfufs darüber, in ihrer Beschreibung des Fichtelgebirgs I. 496 und in Schweiggers Journal XVIII. 297.

von Charpentier in Allg. Lit. Zeit. Int. 1797. 59 und Neuem bergm. Journ. I. 549. — und

Beyer in Allg. Lit. Zeit. Int. 1797. 108 und Neuem bergm. Journ. I. 561, über einzelne magnetische Gesteine.

Steinhäuser in Scheerer allg. Journ. der Chem. I. 274, ebenso.

Flurl über magnetische Wirkungen auf einem Serpentinrücken bei Kretschent, in dessen Schrift über Gebirgsformationen in den dormaligen Kurpfalzbairischen Staaten. 1805. S. 42. Anmerk.

Galbraith über den Magnetismus von *Arthur's Seat* in *Edinb. new philosoph. Journ. April — October 1831*. S. 287.

Zimmermann über magnetischen Serpentin vom Frankensteiner Schlofs bei Darmstadt, in Gilb. Ann. XXVIII. 483.

Bouguer Störung der Magnetnadel durch Felsblöcke, in *Figure de la terre voyage au Perou LXXXIII*.

von Humboldt magnetischer Thonporphyr in Peru, in Gilb. Ann. XVI. 461.

Schulze magnetische Basaltfelsen der Eifel, in Schweigg. Journ. LII. 221.

Reufs magnetische Wirkungen an der hohen Wostroi im böhmischen Mittelgebirge, in Schweigg. Jour. LIII. 236.

Blesson über magnetische Thoneisensteine, in dessen — Magnetismus und Polarität der Thoneisensteine 1816 und Gilb. Ann. LII. 272.

Zeune über den Haideberg, die sächsischen Basaltberge,

und Anders in dessen — über Basaltpolarität 1809 und in Allg. Lit. Zeit. Int. 1805. 169.

Von diesem Magnetismus einzelner Punkte von Felsen und einzelner abgetrennter Gesteinsstücke hat man aber immer, seitdem man diesen Gegenstand behandelt, den Magnetismus ganzer Berge und Gebirge unterschieden, obwohl beide in unmittelbarem Zusammenhange stehen und in einander übergehen müssen.

Während der erstere, den man *Gesteinsmagnetismus* nennen kann, unwiderleglich nachgewiesen ist, und an vielen Felsen und Handstücken mit Leichtigkeit aufgefunden werden kann, — ist der letztere, der *Gebirgsmagnetismus* zu nennen wäre, immer noch etwas problematisch, und besonders in seinem Verhalten nicht aufgeklärt. — Man denkt sich, daß ein Berg, der aus magnetischen Gesteinen besteht, einen großen Magneten darstellte, und bestimmte Pole d. h. Mittelpunkte der Wirkung besitze. — Solches hat man auch in mehreren Fällen wirklich nachzuweisen gesucht, wie an den magnetischen Granitfelsen des Harzes und besonders an dem Haideberge. — Indessen zeigen diese Beobachtungen keine sehr regelmässige Vertheilung des Magnetismus; in allen Fällen sind es nur gewisse Punkte, Linien oder beschränkte Flächen, welche Polarität beobachten ließen, während daneben und dazwischen Indifferenzpunkte und auch entgegengesetzte Pole gefunden wurden. Es erstrecken sich auch diese Beobachtungen nur auf geringe Entfernungen, wovon höchstens die Bestimmung Hrn. von Humboldt's eine Ausnahme macht, daß am Haideberge schon bei 22 Fufs Entfernung eine starke Ablenkung der Magnetenadel erfolgte. — Diese Erfahrungen können daher nur lehren, daß man die richtige Bestimmung der Declination, Inclination und Intensität in unmittelbarer Nähe von dergleichen Felsarten nicht erhalten kann; sie sind jedoch nicht geeignet uns darüber Aufschluß zu geben, ob die Berge und Gebirge im Großen einen Einfluß auf Richtung und Stärke des Magnetismus haben.

Eine genau studirte, jedoch auch nur auf eine geringe

Entfernung sich erstreckende Lokalstörung wird von Sabine in seinen Beobachtungen über die Richtung und Intensität des Erdmagnetismus in Schottland in dem *Report on the 6th meeting of the British association for the advancement of science Vol. V. p. 97* mitgetheilt, indem auf einem von Trappgängen durchzogenen Felsen am *Loch Scavig* die Neigung um 5° zu groß gefunden wurde. Aber auch von den übrigen Beobachtungspunkten zeigen alle auf eruptiven Gesteinen größere Abweichungen von dem aus allen Bestimmungen gezogenen Mittel, als die auf sedimentären Gesteinen, die fast ganz mit den berechneten Werthen zusammenfallen.

Es sind indessen der Fälle nicht wenige, in welchen nicht bloß dergleichen ganz locale und auf einen kleinen Wirkungskreis beschränkte Störungen, sondern solche beobachtet wurden, die, von größeren Massen ausgehend, sich auf größere Entfernungen erstrecken, und daher in einer ganzen Gegend die Bestimmung der magnetischen Elemente, in so weit sie nur von der geographischen Lage abhängig seyn sollen, unsicher und falsch machen. — So beobachtete

Cook (Gilb. Ann. XXXV. 219) in den Südseeinseln Unregelmäßigkeiten der Abweichung, deren Ursache er in Localeinflüssen sucht.

Derselbe (Gilb. Ann. XXXV. 237) fand im *Nootka-Sunde* sehr verschiedene Declination am Bord und auf dem Lande und sagt: „Wir haben bemerkt, daß es am Lande irgend etwas gab, das stark auf die Boussole wirkte, an anderen weniger“.

Die von La Peyrouse (Gilb. Ann. XXXII. 81) an verschiedenen Punkten von Teneriffa beobachtete, sehr unregelmäßige Richtung der Magnetnadel führte zu Vermuthungen über den starken Eisengehalt des Bodens, und es gehört dieses Phänomen vielleicht nur dem Gesteinsmagnetismus an.

Auch Borda fand (nach Fournet a. a. O.) am Kra-

ter vom Pic von Teneriffa $19^{\circ} 45'$ westliche Abweichung, zu *St. Cruz* $15^{\circ} 50'$ und zu *Gomera* $15^{\circ} 45'$.

Löwenörn (von Zach monatl. Corr. 1800. 529. und Gilb. Ann. XXIX. 438) spricht von den großen Unregelmäßigkeiten der Abweichungsnadel auf Island und an dessen Küste, und erinnert daran, daß bereits Olafsen und Povelsen in d. J. 1752 und 1757 auf die Verwirrung des gewöhnlichen Compasses daselbst aufmerksam gemacht haben.

Parry beobachtete in den nördlichen Eismeerern in beträchtlicher Entfernung vom Lande einige Male ein plötzliches Umspringen der Nadel (nach Gehlers Wörterb. und Fournet).

Jameson fügt dem oben citirten Aufsätze über die magnetische Wirkung der Felsen von *Arthur's Seat* (*Edinb. new. philos. Journ. April — October 1831. 285.*) eine Anmerkung hinzu, in welcher er u. a. sagt: „Unabhängig von den Localstörungen, die in den *Western Islands* die Nachbarschaft von Trapp hervorbringt, findet sich eine allgemeine Unregelmäßigkeit in der magnetischen Abweichung vorherrschend an den westlichen Küsten, die ohne Zweifel durch den vereinigten Einfluß mächtiger Züge von Trapp oder andern Gesteinen hervorgebracht wird. Sie ist bemerklich genug auf der See, um wesentlich den Gebrauch des Compasses bei der Schifffahrt zwischen diesen Inseln zu beschränken. — — — Zu einer Zeit, zu welcher die allgemeine Abweichung zu 26° bestimmt wurde, fand man sie zu *Loch Ryan* 19° , auf der Ostküste von *Skye* 36° , und zu *Ailsa* 21° . Die Beobachtungen auf dem Lande wurden mit einer möglichst hoch über dem Boden aufgestellten Nadel gemacht“. — Diese Beobachtungen scheinen sehr entschieden für einen verbreiteten und intensiven Gebirgsmagnetismus zu sprechen; — indessen wäre zu wünschen, in den Gegenden, wo bedeutende Abweichungen von der regelmäßigen Richtung bemerkt wurden, wären mehrere Beobachtungen an wenig entfernten Punkten angestellt worden, um zu untersuchen, ob diese Abweichungen nicht ganz

beschränkter Art, bloß von dem Gesteinsmagnetismus abhängig waren. Dafür sprechen die oben angeführten genauen Beobachtungen von Sabine über die Inclination und Intensität an sehr verschiedenen Punkten von Schottland, aus denen sich in größere Entfernungen wirkende Störungen durch ganze Gebirge durchaus nicht ergeben.

Hansteen hat mehrere Male auf den Gebirgsmagnetismus aufmerksam gemacht. So vermuthet er (Magnetismus der Erde, Anb. 146) Localstörungen auf Teneriffa, Elba, den Faröer, am Feuerlande, in dem Nootkasunde und an mehreren Stellen auf Island; — und sagt (Gilb. Ann. LXXV. 189.), daß nach seinen Erfahrungen größere Bergrücken in Norwegen die Richtung der Magnetnadel verändern. Er habe dieß besonders in dem felsigen Theile des westlichen Norwegens bemerkt, doch erstrecke sich diese Wirkung kaum auf einige Meilen, und habe keinen Einfluß auf das Ganze der Vertheilung des Magnetismus der Erde. — Besonders wichtig sind die Beobachtungen, die er in seiner Abhandlung über die Bestimmung der horizontalen Intensität (Poggendorff's Annalen Bd. III. 225) aus der Gegend von Christiania anführt. Er sagt (S. 386), daß in gebirgigen Ländern, wie Norwegens und Schwedens südwestliche Küste, es sehr schwierig sey, die wahre Intensität zu bestimmen, wenn man darunter diejenige versteht, welche einzig aus der Lage des Ortes gegen die Magnetaxen der Erde erfolgt, also von dem örtlichen Magnetismus der Umgegend befreit ist. Dergleichen Störungen werden in der ganzen umliegenden Gegend von Christiania bemerkt. — Er macht dann dieselbe Eintheilung dieser Anomalien in zwei Arten, welche oben mit Gesteins- und Gebirgsmagnetismus bezeichnet wurden, und legt durch Beobachtungen sowohl der horizontalen Intensität als der Inclination dar, daß ein örtlicher Magnetismus der zweiten Art, d. h. Gebirgsmagnetismus, durch eine größere horizontale Intensität und eine geringere Inclination in der weiteren Umgegend von Christiania angezeigt werde.

Aus der angeführten Zusammenstellung von Fournet ersehe ich, da mir die Originalwerke nicht zugänglich sind, — daß theils aus mehreren Beobachtungen der Intensität von Kreil in Italien und in den Alpen, — theils aus den Bestimmungen des magnetischen Erdpoles durch die verschiedenen Südpolarexpeditionen auf locale, jedoch weiter verbreitete Störungen, also auf Gebirgsmagnetismus geschlossen wird. Eben so zieht Forbes (*Philosoph. Magaz.* XI. 58) aus seinen Beobachtungen über die Intensität des Magnetismus in verschiedenen Gegenden Europa's (S. 366 und 370) den Schlufs, daß Gebirgsketten Unregelmäßigkeiten in dem Verlaufe der magnetischen Curven hervorbringen.

Von Fournet (a. a. O.) wird berichtet, daß ein Geometer, Herr Bussat, im Thale der *Sioute*, wo viele vulkanische Massen in der Nähe sind, wegen Störung des Compasses Schwierigkeiten in der Aufnahme des Landes gefunden habe. Indessen ist nicht näher angegeben, ob dieß nicht bloß Störungen von sehr beschränkter Verbreitung, und in geringen Distanzen regellos wechselnd gewesen seyen.

Besonders ist hier noch die Beobachtung von Sausure (*Voyage* Ausg. v. 1786. 8. IV. 107) zu rechnen, der, durch die von Trembley angestellte Beobachtung des Magnetometers aufmerksam darauf gemacht, daß die magnetische Anziehung des Nordpoles auf dem *Mont Cramont* nach Westen hin stärker sey, als nach Osten, mit der Boussole das magnetische Azimut von der Spitze dieses Berges nach dem Kirchthurme von *Courmayeur*, und zurück von einem in derselben Linie liegenden Punkte bei letzterem Orte (weil die Eisentheile des Thurmes die Aufstellung auf demselben nicht erlaubten) nach der Spitze des *Cramont* nahm, und es im ersteren Falle um $3^{\circ} 15'$ westlicher fand, als im letzteren. Diese Beobachtung würde gar nichts zu wünschen übrig lassen, wenn man durch Wiederholung derselben an wenig von einander entfernten Punkten nachgewiesen hätte, daß hier keine auf einen

kleinen Umkreis beschränkte Störung, mit andern Worten kein Gesteinsmagnetismus, eingewirkt hat.

Zu Beobachtungen über den Magnetismus eines Berges schien mir der *Pöhlberg* bei Annaberg besonders geeignet. Es ist ein isolirter, sich steil über das umgebende Gneisgebirge erhebender Basaltberg, nach dessen Fuß hin die Umgebung von allen Seiten her sänftig ansteigt. Der Magnetismus seines Gesteines, wie wohl allen Basaltes, ist leicht an einzelnen Punkten und Bruchstücken mit jedem Compas nachzuweisen, und es soll davon nachher noch die Rede seyn. — Schon Zeune in seinem Werke über Basaltpolarität, Berlin 1809. 8., hat diesen Berg sowohl, als die ähnlich gebauten des Scheibenberger und Bärensteiner Hügels, zum Gegenstande seiner Beobachtungen gemacht, allein das Wenige, was er darüber sagt, und woraus er eine wirkliche Polarität des Berges erkennen will, beschränkt sich auf einige Beobachtungen in etwa 2 Fuß Entfernung vom Basalte, wo er auf der Nord- und Südseite des Berges magnetische Wirkungen beobachtet hat.

Am 26. und 27. August hat Herr J. Weifs, der die Messungen ausführte, während ich mit Schwingungsbeobachtungen beschäftigt war, rings um den Basaltberg herum, in Entfernungen von 200 bis 300 Schritten vom austehenden Basaltfelsen, an 24 Punkten eine mit Diopter versehene Boussole auf einem Stative aufgestellt, und das magnetische Azimut jeder Linie von beiden Endpunkten aus bestimmt.

Figur 3. Tafel I. giebt das Resultat dieser Beobachtungen. *A, B, C . . . X, Y* sind die vierundzwanzig Beobachtungspunkte, deren Entfernung, da es nur auf eine vorläufige Untersuchung abgesehen war, nur durch Ausschreiten bestimmt worden ist. Durch dieses Verfahren konnte aufgefunden werden, ob die Declinationsnadel an den verschiedenen Seiten des Berges verschiedene Richtung zeige; was gefunden worden ist, ergiebt sich aus der Figur 3. Taf. I. Nennt man nämlich die am 26. August Morgens beobachtete Richtung der Declinationsnadel im Punkte $A = 0$, so fand man die Richtung der Linie von *A* nach *B*

grade so, wie die von *B* nach *A*, die Declination war also in *B* ebenfalls $= 0$; dagegen fand man die Richtung von *B* nach *C* um $0,5$ Grad mehr, als die Richtung von *C* nach *B*, von dem magnetischen Meridian abweichend, woraus folgt, daß bei *C* die Declination um $0,5$ geringer war, als bei *A* und *B*; ich setzte sie daher bei *C* $= - 0^{\circ},5$. Danach sind die beigesetzten Zahlen zu deuten.

Ehe aus denselben ein Schluß gezogen wird, ist es nöthig, die Genauigkeit der Beobachtungen anzugeben.

Zuerst sind wegen der täglichen Variation und der Perturbationen der Declination Correctionen nicht angebracht worden; dieselben sind jedoch wohl zu vernachlässigen, weil zweitens das angewandte Instrument selbst die Declination bis auf einige Zehntel eines Grades unsicher angiebt, obwohl es in halbe Grade getheilt war, und durch Ablesen beider Spitzen halbe Zehntelgrade noch geschätzt werden konnten. Aus diesen Ursachen ist es zu erklären, daß, wenn man die Declination, von einem Punkte zum andern fortgehend, am Ende der ganzen Beobachtungsreihe für *A* bestimmt, sie zu $- 0,45$ Grad gefunden wurde, da doch hier dieselbe $= 0$ nach der ersten Beobachtung am Morgen des ersten Tages angenommen, und am zweiten Tage Mittags nach der nochmaligen Beobachtung der Linie *AB* $= 0,05$ bestimmt worden ist.

Wenn dieses zeigt, daß nur eine rohe Annäherung der Declinationsbestimmungen erlangt wurde, so war unter den gegebenen Umständen doch die Anwendung genauerer Methoden, wie die von Theodolith und mit Spiegel versehnen Magneten, nicht am Orte, weil

drittens die sämmtlichen Beobachtungen noch innerhalb des Bereiches der um den ganzen Berg herum am Gehänge in großer Anzahl verbreiteten größeren und kleineren Basaltstücke angestellt worden sind. Es hätte freilich dies vermieden werden, man hätte sich soweit von dem Berge entfernen sollen, daß man nichts mehr von dem Einflusse solcher Basaltstücke zu fürchten gehabt hätte; — dadurch wäre aber einestheils der mit den Beobachtungen zu um-

fassende Umkreis so groß, und anderntheils, wegen der beträchtlichen Entfernung des Berges, dessen muthmaßliche magnetische Wirkung so schwach geworden, daß dieß nicht gerathen erschien. — Wenn nun auch gesucht wurde, größeren Anhäufungen von Basaltstücken möglichst aus dem Wege zu gehen, so war das doch nicht durchgängig möglich, und wo auch sichtbar in der unmittelbaren Nähe des Instrumentes dergleichen nicht vorhanden waren, blieb man immer über die unter der Oberfläche verborgenen in Unsicherheit. — Das solche Basaltstücke aber einen Einfluß auf die Richtung der Nadel ausüben können und ausgeübt haben, läßt sich nicht bezweifeln, und deshalb wären eben genauere Mittel der Declinationsbestimmung nicht von Nutzen gewesen.

Es war aber zu erwarten, daß, wenn der Berg als Ganzes magnetische Polarität besäße, und daher in größeren Entfernungen Wirkung auf die Magnetnadel ausübte, — so würden die angestellten Beobachtungen in partiellen Mitteln zusammengenommen, dieß erkennen lassen, — man würde etwa im Mittel eine andere Declination auf der Ost- als der Westseite gefunden haben. Es ist das jedoch nicht der Fall, und es ergibt sich daher,

daß eine magnetische Polarität dieses Basaltberges, welche auf die Richtung der Magnetnadel in einigermaßen beträchtlicher Entfernung einwirkt, nicht, oder wenigstens in sehr geringem Grade vorhanden ist.

Noch muß eines besonderen Versuches erwähnt werden, der sich ebenfalls in der angeführten Figur angedeutet findet. — Dem Punkte *E* gegenüber stehen am Fulse der eigentlichen Basalterhebung deutliche, dicke, unregelmäßige, verticale Säulen an. Dieselben sind stark magnetisch, so daß die Nadel eines Compasses, der unmittelbar auf die Säulen aufgestellt wurde, an mehreren Stellen starke Ablenkung erlitt. An einem Punkte z. B. betrug sie etwa 60° , an einem andern ungefähr 90° . Jede kleine Verrückung des Compasses hatte einen ganz veränderten Stand der Nadel zur Folge. Als aber auf das obere Ende

der Säulen das etwa 4 Fufs hohe Stativ mit der Diopterboussole an den Punkten *a* und *b* aufgestellt, und das magnetische Azimut der Linien *Ea* und *Eb* sowohl von *a* und *b*, als auch von *E* aus bestimmt wurde, ergab sich die Richtung der Nadel in *a* gerade wie in *E*, und in *b* um 1°,3 stärker abweichend, als in *E*. Es ergibt sich hieraus, dafs die starke magnetische Polarität des Basaltes auf einzelne unregelmäfsig vertheilte Punkte beschränkt ist, in geringen Entfernungen wechselt, und schon in 4 Fufs Entfernung von der Oberfläche nur noch verhältnifsmäfsig geringe Wirkung äufsert. Da die sämtlichen übrigen Beobachtungen ebenfalls auf dem 4 Fufs hohen Stative ange stellt sind, so läfst sich erwarten, dafs die über und in dem Boden vertheilten Basaltblöcke auch nur mäfsigen Einflufs auf die Boussole gehabt haben mögen, was auch das Gesamtergebnis bestätigt.

An 11 der auf der Figur angegebenen Punkte sind auch Beobachtungen über die horizontale Intensität mit einem mir durch den Hrn. Prof. W. Weber geliehenen Hansteen'schen Schwingungsapparat angestellt worden; ich überzeugte mich aber, dafs bei nur etwas windigem Wetter der kleine, leichte Apparat Erzitterungen erhält, die die Resultate so verändern, dafs damit nichts anzufangen ist. Ich enthalte mich daher auch ganz, sie näher anzuführen.

III. Ueber die durch den elektrischen Strom hervor- gebrachten Töne; von W. Wertheim.

(*Ann. de chim. et de phys.*, Ser. III, T. XXIII, p. 302.)

Zweite Abhandlung.

Hr. Page hat zuerst bemerkt, dafs ein Eisenstab im Momente seiner Magnetisirung durch den galvanischen Strom

einen eigenthümlichen Ton giebt ¹⁾), und diese Thatsache ist seitdem durch Hrn. Delezeune bestätigt worden ²⁾).

Ohne diese Entdeckung zu kennen, veröffentlichte ich i. J. 1844 eine Abhandlung, in welcher ich mich mit mehreren, mit diesen Gegenstand innig zusammenhängenden Fragen beschäftigte ³⁾. In dieser Arbeit suchte ich zu beweisen:

1) Dafs der elektrische Strom eine vorübergehende Schwächung des Elasticitäts-Coëfficienten von Leitern bewirkt.

2) Dafs auch die Magnetisirung von einer sehr kleinen Verringerung des Elasticitäts-Coëfficienten des Eisen begleitet ist, die bei Unterbrechung des magnetisirenden Stroms nur theilweis verschwindet, und dafs dieser Effect sich nicht augenblicklich äufsert, sondern erst nach fortgesetzter Einwirkung des Stroms.

Die Erzeugung des Tons durch den äufseren Strom (wir meinen damit einen Strom, der einen Schraubendraht durchläuft, in dessen Axe sich ein Eisenstab oder ausgespannter Eisendraht befindet) ist zuerst mit vieler Genauigkeit von Hrn. Marrian beobachtet ⁴⁾. Nach diesem Physiker wäre der entstandene Ton identisch mit dem, welchen man erhält, wenn man an den Stab, an einem seiner Enden, in Richtung seiner Axe schlägt, wogegen ein Schlag von der Seite her nichts Aehnliches bewirkte.

Hr. Marrian hat auch erkannt, dafs andere Metalle, unter denselben Umständen, wie das Eisen, keinen Ton geben, und dafs endlich der Ton bei Stäben von gleichen Dimensionen derselbe ist bei Eisen, gehärtetem Stahl und zuvor magnetisirtem Stahl.

Hr. Matteucci hat diese Versuche wiederholt ⁵⁾, wo-

1) Silliman, American. Journ. 1837. July (Ann. Bd. 43. S. 411).

2) *Bibliothèque univers. Ser. nouv. T. XVI.*

3) *Ann. de chim. et de phys. Ser. III. T. XII. p. 610* (Ann. Ergänzungsbd. II. S. 99).

4) *L'Institut No. 576* (Ann. Bd. 63. S. 530).

5) *L'Institut No. 609.*

bei er sowohl mit Drähten als Stäben von Eisen operirte, und besonders das Verhältniß zwischen der Stromstärke und der Intensität des Tons zu ermitteln suchte; nur hat Hr. M. einige Zweifel über die Natur und den Werth des Tons behalten.

Die Herren De la Rive ¹⁾ und Beatson ²⁾ haben, jeder für sich, die Entdeckung gemacht, dafs der durchgeleitete Strom, d. h. der direct durch einen Eisendraht gehende, ebenfalls einen Ton in demselben erzeugt. In einer späteren Abhandlung hat Hr. De la Rive eine Reihe von Versuchen, mit verschiedenartig combinirten Strömen an verschiedenen Metallen und unter verschiedenen Umständen angestellt, ausführlich beschrieben ³⁾.

Endlich hat Hr. Guillemin einen interessanten Versuch kennen gelehrt, der sich sowohl auf den in Rede stehenden Gegenstand als auf meine bereits erwähnten Versuche bezieht ⁴⁾. Er hat beobachtet, dafs ein weicher Eisenstab, der von einem Schraubendraht umgeben, an einem seiner Enden in horizontaler Lage befestigt und am andern mit einem unbedeutenden Gewicht beschwert ist, sich im Moment, wo man einen Strom durch den Schraubendraht leitet, sichtbar gerade richtet. Hr. Guillemin schreibt diese Bewegung einer durch die Magnetisirung bewirkten temporären Zunahme der Elasticitätskraft des Eisens zu.

Zur selben Zeit übergab ich der Academie eine kurze Note ⁵⁾, in welcher ich, ohne in das Detail der Versuche einzugehen, die von mir erhaltenen Resultate zusammenfasste und auseinandersetzte, wie man, nach mir, die Entstehung des Tons zu erklären habe. Die gegenwärtige Abhandlung enthält die Entwicklungen und Beweise zur Stütze der damals von mir ausgesprochenen Sätze. Es scheint mir also

1) *Compt. rend. de l'Acad.* 28 Avr. 1845 (T. XX. p. 1287. — Ann. Bd. 65. S. 637).

2) *Electrical Magazine.* April. 1845.

3) *Archives de l'Electricité* No. 17.

4) *Compt. rend. de l'Acad.* 9 Febr. 1846 (T. XXII. p. 264).

5) *Ibid.* (23 Febr. 1846) T. XXII. p. 336 (Ann. Bd. 68. S. 140).

überflüssig, hier die Elemente einer Discussion ¹⁾ zu wiederholen, die bei Gelegenheit dieser Note erhoben und von den Herren De la Rive, Guillemin und Wartmann geführt wurde. Nur will ich daran erinnern, daß der letztere Physiker zuerst bemerkt hat, daß der durchgeleitete Strom einen Ton erzeugen kann, ohne daß ihm in dem Leiter ein merklicher Widerstand entgegensteht. Man kann also den Ton eben so gut in einem Eisenstab als in einem gespannten Eisendraht hervorbringen und folglich spielt die Wärme nur eine unbedeutende Rolle bei dem Phänomen.

Seit dieser Zeit hat Hr. De la Rive der K. Gesellschaft zu London eine Abhandlung eingesandt ²⁾, deren einer Theil diesen Gegenstand behandelt. Nachdem er erkannt, daß der durchgeleitete Strom in keinem anderen Metalldraht als in einem Eisendraht einen Ton erzeugt, beschreibt er eine neue Klasse von Thatsachen:

„Alle Leiter lassen, wenn sie dem Einfluß eines starken Elektromagnets ausgesetzt sind, im Moment des Durchgangs eines unterbrochenen elektrischen Stroms, einen sehr deutlichen Ton hören, analog dem des gezahnten Rades von Savart. Der Einfluß des Magnetismus auf alle leitenden Körper scheint darin zu bestehen, daß er ihnen, so lange er dauert, eine analoge Constitution einprägt, wie die, welche das Eisen von Natur besitzt; denn er entwickelt in ihnen die Eigenschaft, beim Durchgange von discontinuirlichen Strömen, Töne zu geben, die identisch sind mit denen, welche Eisen und andere Metalle ohne Hülfe der Wirkung eines Magnets geben“.

Endlich hätten wir noch der Arbeiten der Herren Beaton und Joule zu erwähnen; allein da diese geschickten Physiker sich besonders von mechanischer Seite mit der Aufgabe befaßten, so wird die Betrachtung ihrer Resultate ihren natürlichen Platz in dem ersten Theile dieser Abhandlung finden.

1) *Ibid.* 9. und 23. März 1846 (*T. XXII. p. 428 et 544*).

2) *Ann. de chim. et de phys. Ser. III. T. XIX. p. 377* (vollständig in den *Ann. Bd. 76. S. 270*).

I. Mechanische Wirkungen des elektrischen Stroms.

Können wir beweisen, daß der Strom, der äußere wie der durchgeleitete, eine plötzliche Formveränderung, einen instantanen Stofs im Eisen bewirkt; können wir bestimmen, in welcher Richtung dieser mechanische Effect statthat; können wir überdies zeigen, daß derselbe Effect, in derselben Richtung von einer andern rein mechanischen Kraft erzeugt, denselben Ton wie der Strom hervorbringt: so wird es unnöthig seyn, zur Erklärung des Phänomens irgend eine besondere Hypothese aufzusuchen, denn offenbar entspringt er dann aus den Schwingungen, die jede plötzliche Formveränderung begleiten, und die Meinungen können nur darin abweichen, auf welche Weise der Strom diesen mechanischen Stofs hervorbringe.

In der schon erwähnten Note habe ich die Meinung ausgesprochen, daß, in gewissen Fällen, der durch einen Schraubendraht gehende Strom eine wirkliche Verlängerung oder Verkürzung der eingeschlossenen Eisenstange bewirken könne. Folgendes ist die Einrichtung der Apparate, die zu meinen Versuchen dienten.

Zuvörderst war zu ermitteln, ob eine nicht-angespannte Eisenmasse durch bloße Wirkung der Magnetisirung eine Volumsveränderung erleide. Zu dem Ende brachte man einen Cylinder *a* von weichem Eisen, 20 Centm. lang und 2 Centm. dick, in ein Probeglas *b* von etwas größerer Geräumigkeit als der Eisencylinder (Fig. 4. Taf. I). Dieses Probeglas trug oben eine Fassung, die mittelst eines Schraubenganges einen Deckel mit zwei Tubulaturen aufnahm; in der einen war ein empfindliches Thermometer *c* eingekittet, und in der andern ein an beiden Enden offnes Haarröhrchen *d*. Dieser Apparat wurde bis zu einer gewissen Höhe in dem Haarröhrchen mit Wasser gefüllt und dann in die Mitte einer starken Drahtrolle gestellt. Dieser Versuch gab nur ein negatives Resultat. Der Durchgang des Stroms erzeugte keine Niveauveränderung im Wasser, mithin erfolgt vermöge der bloßen Magnetisirung weder eine Aenderung im Volum noch in der Temperatur.

Hierauf wurde der Versuch dahin abgeändert, daß man an einem eingespannten Eisenstab die linearen Veränderungen nach drei rechtwinklichen Richtungen beobachten konnte. Der weiche Eisenstab *a*, Fig. 5. Taf. I, ward in seiner Mitte in einen Schraubstock *b* eingespannt, und mit einem seiner Enden in die Axe einer Drahtrolle *c* gesteckt. Diese enthielt 1336 Meter Kupferdraht von 2^{mm},5 Durchmesser. Der ganze Apparat ruhte auf einem mehr als 2 Meter langen Brett, das mit Stellschrauben versehen war. Das Brett hatte erstens, seiner Mitte entlang, eine Fuge, in welcher die kleinen mit Schrauben versehenen Stative *d* verschiebbar waren, und ferner an jedem seiner Enden eine halbkreisrunde Fuge *e*, die zur Bewegung der Mikroskope *A* und *B* dienten.

Jedes Fernrohr, Fig. 5 und 6. Taf. I, vergrößerte etwa 20 Mal linear und enthielt zwei Fadenkreuze; es ruhte auf einem kleinen Schlitten *f*, beweglich durch die mit getheiltem Kopf versehene Mikrometerschraube *g*. Eine Spirale *h*, befestigt mit einem Ende an diesem Schlitten und mit dem andern an der Platte, auf welchen derselbe sich bewegte, verhinderte jeden Zeitverlust bei der Bewegung. Diese Platte *i* wurde getragen durch zwei Säulen *l*, die durch eine horizontale Axe *m* verbunden waren. Das Schwanzstück *n*, Fig. 7, welches die Zapfen dieser Axe trug, hatte zwei Löcher zur Aufnahme von zwei Bolzen, einem *o*, der als Centrum der Drehung diente, und einem andern *o'*, der sich in der halbkreisrunden Fuge bewegte, und in jeder Stellung mittelst einer Klemmschraube *r* befestigen liefs.

Vermöge dieser Einrichtung diente das Mikroskop, in *A* aufgestellt, zur Messung der lateralen Verschiebung, und in *B* aufgestellt, zur Messung der longitudinalen; legte man endlich durch Drehung der Säulen das Mikroskop horizontal, so diente es zum Beobachten der verticalen Verschiebungen.

Die beiden Enden der Drahtrollen führten zu einer Daniell'schen Batterie von 1 bis 12 Elementen, in deren Kreis zugleich ein Galvanometer eingeschlossen war.

Folgendes waren die Resultate dieser Versuche. Als die

die Drahtrolle so gelegt war, daß ihre Axe mit der des Stabes zusammenfiel, beobachtete man keine Seitenbewegung, sondern nur eine sehr kleine Verlängerung. Diese Verlängerung ging selten über 0,002 Millim., und war, obwohl sichtbar, doch fast unmeßbar. Sie war am deutlichsten, wenn die Rolle sich ganz am Ende des Stabes befand; sie nahm mit Annäherung an den Einspannungspunkt ab, und wahrscheinlich geht sie, ganz dicht bei diesem Punkt, in eine Verkürzung über. Doch habe ich niemals mit Sicherheit eine Verkürzung beobachten können.

Verschob man die Drahtrolle parallel mit sich selbst, so daß der Stab sich nicht mehr in ihrer Axe befand, so blieb die Verlängerung; allein sie war begleitet von einer weit beträchtlicheren Bewegung im Sinne des durch den Stab gehenden Radius der Rolle. Es war leicht diese Bewegung bei verschiedenen Stärken des Stromes zu messen, so wie für verschiedene Lagen des Stabes, zwar auf demselben Radius der Rolle, aber in verschiedenen Abständen vom Mittelpunkt.

In der folgenden Tafel bezeichnen:

L .. Länge des Stabes vom Einspannungspunkt bis zu seinem freien Ende.

L_1 .. Abstand des Einspannungspunkts von dem Punkt, wo der Stab in die Rolle eintritt.

b, c , .. Breite und Dicke des Stabes.

D .. Länge des Radius zwischen der Axe des Stabes und der Axe der Rolle.

J .. Intensität des Stroms, dabei zur Einheit diejenige genommen, welche die Galvanometernadel 10° ablenkt.

F .. Krümmungspfeil, gemessen am Ende des Stabes.

$f = \frac{F}{J}$, dieser Pfeil, bezogen auf die Intensitäts-Einheit.

Da die Rolle 25 Centimeter Länge und 18 Centimeter inneren Durchmesser besaß, so begreift man leicht, wie sie in jedem Fall gegen den Stab gelagert war. Alle Messungen sind in Millimetern angegeben.

D	1		2		3	
	J	F	J	F	J	F
1. Eisenstab, $L = 997$;						
0	4,90	0,000				
10	5,44	0,082				
20	"	0,131	2,36	0,050		
30	"	0,181				
40	5,58	0,298				
50	5,30	0,324	2,36	0,199		
60	"	0,502	"	0,223		
70	"	0,650	"	0,261		
80	"	0,788	"	0,280		

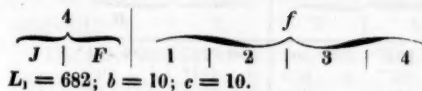
2. Streifen Eisenblech (aufrecht gestellt),						
0	4,46	0,000	2,65	0,000	1,76	0,000
10	"	0,535	"	0,254	"	0,161
20	"	1,186	"	0,570	"	0,336
30	4,68	1,700	"	0,777	1,94	0,476
40	"	2,212	2,85	1,081	1,83	0,602
50	"	2,745	"	1,348	1,76	0,846
60	"	3,533	2,75	1,640	"	1,020
70	"	4,161	"	2,080	"	1,296
80	4,81	5,121	2,65	2,606	"	1,546

3. Eisenstab, $L = 981$;						
0	4,46	0,000	2,45	0,000	1,25	0,000
10	"	0,370	"	0,174	"	0,090
20	"	0,512	"	0,260	"	0,156
30	"	0,689	"	0,426	"	0,252
40	"	1,052	2,55	0,574	"	0,304
50	4,68	1,362	"	0,706	"	0,360
60	"	1,625	"	0,906	1,20	0,370
70	"	1,955	2,65	1,074	"	0,430
80	"	2,322	"	1,221	"	0,525

Die Pfeile sind also beinahe proportional den Intensitäten. Diese Proportionalität ist aber nicht streng richtig, denn, besonders bei den Versuchen mit dem Blechstreifen, nehmen die Werthe von f ab mit der Intensität, so dafs es scheint, als wüchse der Pfeil in einem etwas gröfseren Verhältnifs als die Intensität; allein dieser Unterschied kann davon herrühren, dafs entweder der Einspannungspunkt niemals streng unbeweglich ist, oder dafs die Einspannung nicht auf einen einzigen Punkt beschränkt, sondern auf eine gewisse Strecke des Stabes vertheilt ist.

Leicht findet sich nun angenähert, für jede Lage des Stabes, das mechanische Aequivalent der Einheit der Strom-

1er Zug.



	0,0151		
	0,0241	0,0212	
	0,0333		
	0,0534		
	0,0611	0,0843	
	0,0947	0,0945	
	0,1226	0,1106	
	0,1487	0,1187	

 $L = 916; L_1 = 616; b = 12; c = 3,375.$

0,95	0,000				
"	0,096	0,1200	0,0959	0,0915	0,1011
"	0,124	0,2659	0,2151	0,1909	0,1305
"	0,210	0,3632	0,2932	0,2454	0,2211
0,90	0,268	0,4726	0,3793	0,3202	0,2978
0,85	0,305	0,5865	0,4730	0,4807	0,3588
0,65	0,370	0,7549	0,5964	0,5795	0,5692
"	0,476	0,8891	0,7564	0,7364	0,7323
"	0,536	1,0646	1,9834	0,8784	0,8246

 $L_1 = 667; b = 5; c = 5.$

	0,0830	0,0710	0,0720
	0,1184	0,1061	0,1248
	0,1545	0,1739	0,2016
	0,2358	0,2251	0,2432
	0,2910	0,2769	0,2880
	0,3472	0,3553	0,3083
	0,4178	0,4053	0,3583
	0,4961	0,4608	0,4875

stärke, d. h. das Gewicht, welches, am Ende des Stabes angebracht, denselben Pfeil hervorbringen würde. Diefses Gewicht berechnet sich nach der Formel:

$$P = \frac{fgbc^3}{L^3},$$

in welcher f , L , b und c die vorhin angezeigte Bedeutung haben; q ist der Elasticitäts-Coëfficient, für welches Eisen gleich 19000 Kilogram auf das Quadratmillimeter, und P die, im Sinne der Dicke c , am Ende des eingespannten Stabes angebrachte Last.

Nimmt man z. B. die den Werthen $D = 80$ und $= 50$ entsprechenden Lagen, so findet man:

No. des Stabs.	Für $D = 80$.		Für $D = 50$.	
	f	P	f	P
1	0mm,1337	65mm,408	0mm,0727	35mm,484
2	0, 9377	2, 673	0, 4747	1, 493
3	0, 4648	1, 462	0, 2853	0, 813

Die in diesen beiden Lagen entfalteten mechanischen Kräfte sind also:

$$\text{für } D = 80 \quad :: 100 : 41,71 : 22,81,$$

$$\text{für } D = 50 \quad :: 100 : 42,82 : 23,34,$$

während die Eisenmassen

$$:: 100 : 40,50 : 25,00.$$

Die übrigen Werthe von D geben analoge Resultate. Im Allgemeinen kann man also sagen, die Anziehung sey proportional der Stärke des Stroms und der Eisenmasse, auf welche derselbe einwirkt.

Wie man sieht, sind die in diesem Falle entwickelten mechanischen Kräfte nicht zu vernachlässigen. Es wäre sogar leicht, nach diesem Princip ein ziemlich empfindliches Galvanometer zu construiren, wenn man sich einer prismatischen Drahtrolle und eines breiten, dünnen Eisenstreifs bedienen wollte. Ein solches Galvanometer würde mehrere bedeutende Vorzüge darbieten: die Ablenkungen würden den Intensitäten proportional seyn und sie wären unabhängig von allen Störungsursachen, die auf das gewöhnliche Galvanometer einwirken, wie die Veränderungen der Magnetkraft der Nadel, die Temperaturveränderungen, u. s. w.

Was den *longitudinalen Zug* betrifft, so ist er leicht sichtbar gemacht, wenn man den Stab in seiner Mitte auf zwei um horizontale Axen bewegliche Rollen legt, während sein Ende in das Ende der Drahtrolle hineinschiebt. Im Augenblick der Schließung der Batterie wird der Stab im Sinne der Axe lebhaft angezogen und selbst fortgeschleudert. Man kann den Versuch so einrichten, daß man hierdurch eine sehr regelmäßige und sehr deutliche Hin- und Herbewegung erzeugt.

Ich habe schon bemerkt, daß es mir nicht möglich war, diesen longitudinalen Zug mit einiger Genauig-

keit zu messen. Glücklicherweise hat Joule diese Lücke ausgefüllt ¹⁾.

Dieser Physiker sagt, es habe ihm Hr. Arstall im J. 1841 die Idee mitgetheilt, dafs das Eisen durch seine Magnetisirung an Volum zunehmen möge. Hr. Joule überzeugte sich zunächst, dafs bei einem Eisenstab, der in eine mit Wasser gefüllte Röhre gelegt ist, keine Volumensänderung stattfindet. Darauf machte er Versuche mit einem Stabe, der an einem Ende eingespannt und am anderen frei war. Die Bewegungen dieses letzteren wurden mittelst eines Hebelsystems beobachtet, welches sie im Verhältnifs 1 : 3000 vergrößerte. Mittelst dieses Apparates fand Hr. Joule, dafs ein bis zur Sättigung magnetisirter Stab sich um $\frac{1}{720000}$ seiner Länge verlängerte und dafs diese Verlängerung nach der Unterbrechung des Stroms nur zum Theil verschwand.

In einer anderen Abhandlung beschäftigte sich Hr. Joule mit dem Effect der Magnetisirung auf Stäbe, die zugleich durch successiv vergrößerte Belastungen einer Verlängerung unterworfen sind ²⁾. Hr. Joule fand, dafs, bis zu einer gewissen Belastung, die Magnetisirung auch jetzt noch eine Verlängerung bewirkt, dafs aber über diese Belastung hinaus die Verlängerung in eine Verkürzung übergeht. Bei einem Eisenstabe von einem Viertelzoll im Durchmesser z. B. entspricht dieser Kehrpunkt einer Last von 600 Pfd.

Kurz Hr. Joule schließt aus seinen Versuchen, dafs Eisen und Stahl sich in Folge ihrer Magnetisirung verlängern, und dafs diese Verlängerung theils vorübergehend, theils bleibend ist; dafs jeder dieser Theile proportional ist dem Quadrat der Magnetkraft des Stabes; dafs, von einer gewissen Belastung ab, eine Verkürzung stattfindet; dafs diese Verkürzung proportional ist der Intensität des Stroms, multiplicirt mit der magnetischen Intensität des Stabes, und endlich dafs die Verlängerung wahrscheinlich durch anzie-

1) Philosoph. Magazine, Februar, 1847.

2) Philosoph. Magazine, April, 1847.

hende und abstossende Kräfte der Molecule des Stabes bewirkt wird, während die Verkürzung aus der Anziehung der Drahtrolle auf die magnetischen Molecule entspringt.

Hr. Joule macht bemerklich, wie zart diese Versuche sind und wie viele Vorsichtsmafsregeln er, trotz der Empfindlichkeit dieser Apparate, zu nehmen genöthigt war, und dafs dennoch ein dunkler Punkt übrig blieb. In der That, wenn das Eisen, unabhängig von der mechanischen Wirkung der Drahtrolle auf dasselbe, blofs durch die Magnetisirung eine moleculare Verlängerung erleidet, so begreift man schwer, wie es sein Volum nicht ändert; man wäre alsdann genöthigt anzunehmen, dafs die allgemeinen Gesetze der Elasticität nicht mehr auf das magnetisirte Eisen anwendbar wären.

Die Beobachtungen werden noch schwieriger, wenn es sich um den durchgeleiteten Strom handelt. Indefs hat Hr. Beatson, nachdem er mittelst eines Hebelapparats die von mir mit dem äufseren Strom erhaltenen Resultate bestätigt, einen analogen mechanischen Effect beim durchgeleiteten Strom beobachtet ¹⁾. In diesem letzteren Fall war die Verlängerung deutlich verschieden von der aus der Erwärmung hervorgehenden und sie fand in merklicher Weise nur beim Eisen statt.

Ehe ich zu einer anderen Ordnung von Thatsachen schreite, werde ich noch einige Versuche beibringen, die ich anstellte, um den Einfluss der Magnetisirung auf die Elasticität besser zu studiren.

Als directestes Mittel wandte ich zuvörderst, wie bei den ersten Versuchen, den longitudinalen Zug an. Ein Eisendraht *a* (Fig. 8. Taf. I), der mit einem seiner Enden in den einen von zwei bronzenen Schraubstöcken *b* eines longitudinalen Sonometers eingespannt war, ging durch eine Drahtrolle *c* von 1,80 Met. Länge. Diese Rolle war aus mehr als 1 Millimeter dicken Kupferdraht gebildet, der in zwei Lagen übereinander auf eine Glasröhre gewickelt war.

1) Electr. Magazine, April 1846; *Archives des Sciences physiques et naturelles*, T. II. p. 113.

An dem einen Ende dieser Drahtrolle befand sich das Mikroskop B . Der Draht ging frei, ungeklemmt, durch den andern Schraubstock b' und war befestigt an einer Schnur, welche über die Rolle d ging und die zur Aufnahme von Gewichten bestimmte Schale e trug.

Nachdem erstlich eine Last eingelegt worden, um den Draht gerade zu richten und horizontal zu legen, fügte man andere Gewichte hinzu und maß die elastische Verlängerung mit und ohne Strom, d. h. mit und ohne Magnetisirung.

In der folgenden Tafel bedeuten: d der Durchmesser des Drahts, p die bleibende Belastung, p_1 die die elastische Verlängerung bewirkende Belastung, und a diese Verlängerung.

Verlängerung mit und ohne Magnetisirung.

d	p	p_1	Ohne Magnetis.		Mit Magnetis.		Ohne Magnetis.		Mit Magnetis.	
mm.	Kil.	Kil.	a	Mitt.	a	Mitt.	a	Mitt.	a	Mitt.
0,956	5	15	1,824 1,808 1,839 1,847	1,831	1,843 1,815 1,832 1,844	1,837				
0,956	5	20	1,838 2,576 2,546 2,538	2,553	1,853 2,588 2,597 2,595	2,593				
2,100	8	60	1,774 1,800 1,800	1,791	1,780 1,764 1,788	1,777	1,786 1,806 1,760	1,784	1,780 1,774 1,776 1,794 1,776	1,780
2,800	27	100	2,002 2,026 2,012 2,024 2,008	2,014	2,038 2,030 2,028 2,030 2,066	2,038	2,026 2,026	2,026		

Diese Versuche zeigen nur äußerst kleine Unterschiede, die wahrscheinlich nach der Lage der Drahtrolle sich im Zeichen ändern, und meistens innerhalb der Gränze möglicher Fehler liegen. Sie beweisen, wie die früheren Versuche, daß die Magnetisirung im ersten Moment keine merkliche Aenderung in der Elasticität des Eisens bewirkt, und daß sich erst nach einer langen Dauer des Versuchs eine sehr geringe Schwächung bemerklich macht. Dieses Resultat bestätigt sich durch einen sehr leicht anzustellenden Versuch: Wenn der Elasticitätscoefficient des Eisens

instantan geändert würde, müßte sich der longitudinale Ton ebenfalls merklich ändern. Im Laufe meiner Versuche bestimmte ich vor und nach der Wirkung des Stroms den longitudinalen Ton eines jeden Drahts und Stabes durch Streichen, allein, obwohl die Ströme und demgemäß die Magnetisirungen oft sehr intensiv waren, habe ich niemals eine Aenderung in dem Tone wahrnehmen können.

Der Elasticitätscoefficient ändert sich also nicht sogleich, wenigstens nicht im Sinne der Axe der Drahtrolle. Andererseits habe ich bei Wiederholung der Versuche des Hrn. Guillemin ein sehr scharfes und sehr constantes Resultat erhalten. Ein Stab von weichem Eisen, umgeben von einem Schraubendraht, an einem Ende eingespannt und am freien Ende mit einem Gewichte belastet, erleidet im Moment, da der Strom durchgeht, einen sichtbaren Stofs und sein Ende hebt sich um eine sehr kleine Gröfse. Die Versuche wurden mit einer Daniell'schen Säule von 6 Elementen an- gestellt.

In der folgenden Tafel bezeichnen: L_1 den Abstand des Spannungspunkts vom Punkt der Belastung; L die gesammte Länge des Stabes; D den Durchmesser desselben P das Gewicht des Stabes mit seinem Schraubendraht; f und f_1 die vor und während der Magnetisirung am freien Ende des Stabes gemessenen Pfeile, dabei ausgegangen von dem Visirpunkt ohne Belastung und ohne Magnetisirung.

Beugung mit und ohne Magnetisirung.

Pfeile unter einer Last von

L mm.	f	f_1	f	f_1	f	f_1	f	f_1	f	f_1
	0 Kil.		1 Kil.		2 Kil.		3 Kil.		4 Kil.	
	f	f_1	f	f_1	f	f_1	f	f_1	f	f_1
Stab No. 1. $P = 1^k, 047$; $D = 11^{mm}, 7$; $L = 810$.										
700	0,00	— 0,04	8,83	8,77	18,06	17,96	27,42	27,18	44,71	44,46
"	"	— 0,06	8,90	8,77	18,12	17,94	27,45	27,26	44,80	44,51
680	"	— 0,04							41,72	41,56
"	"	— 0,11							41,58	41,30
"	"	— 0,05							41,65	41,38
"	"								41,31	41,13
"	"								41,20	41,06
570	"	— 0,12	5,28	5,14	10,20	10,12	15,39	15,20	25,60	25,41
"	"	— 0,06	5,22	5,14	10,24	10,12	15,41	15,20	25,63	25,41
Stab No. 2. $P = 0^k, 958$; $D = 12^{mm}, 2$; $L = 500$.										
0 Kil.										
400	0,00	— 0,04	2,26	2,18	5,74	5,62	8,84	8,71	12,15	12,00
"	"	— 0,05	2,27	2,18	5,76	5,62	8,85	8,70	12,16	12,00
2 Kil.										
5 Kil.										
7,5 Kil.										
10 Kil.										

Diese Tafel zeigt, daß durch die Magnetisirung immer ein Geradrichten erfolgt; aber dasselbe scheint nicht dem Pfeile proportional zu seyn, wie es seyn müßte, wenn es aus einer Zunahme des Elasticitätscoëfficienten entspränge; überdiß erfolgt es, wenn das freie Ende noch gar kein Gewicht trägt. Zwar bilden in diesem Fall das Gewicht des Stabes und des Schraubendrahts schon eine auf die ganze Länge des Stabes vertheilte Belastung; allein die durch eine so vertheilte Last erzeugten Biegungen verhalten sich bekanntlich zu den Biegungen, welche durch dieselbe am freien Ende angebrachte Last verursacht wer-

den, wie 3 zu 8. Das Gewicht des Systems kommt also für den Stab No. 1 einer Last von $0^k,393$ gleich, und für den Stab No. 2 einer Last von $0^k,360$, während die Geradrichtungen schon durchschnittlich $0,05$ betragen. Für eine Last von 10 Kilogramm z. B. würde man also ein Geradrichten von mehr als 1 Millimeter erhalten, was bei weitem nicht der Fall ist. Vielleicht erklärt sich diese Erscheinung durch die Formveränderungen, welche das Eisen bei der Magnetisirung erleidet; überdies ist zu bemerken, daß das magnetisirte Eisen aufgehört hat ein homogener Körper zu seyn und wahrscheinlich zwei gegeneinander rechtwinkliche Elasticitätsaxen besitzt. Dieser noch sehr dunkle Gegenstand scheint mir also sehr beachtungswerth für die Physiker zu seyn.

Zur Erklärung alles dessen, was die Tonbildung betrifft, genügt es uns, bewiesen zu haben:

Daß der durch einen Schraubendraht gehende Strom auf den innerhalb desselben befindlichen Eisenstab oder Eisendraht einen mechanischen Zug ausübt, welchen man als die Resultante einer longitudinalen und einer transversalen Componente betrachten kann.

Daß die transversale Componente, welche bei einer excentrischen Lage des Stabes sehr merklich ist, Null wird, wenn sich derselbe in der Mitte des Schraubendrahts befindet.

Daß jede Componente proportional ist der Stromstärke und der Eisenmasse; und endlich

Daß in allen Fällen, sowohl beim äußern als beim durchgeleiteten Strom, eine im Sinne der Axe wirkende mechanische Kraft vorhanden ist, welche also einen longitudinalen Ton erzeugen muß, sie mag nun den Stab rasch zu verlängern oder zu verkürzen suchen; der transversale Ton dagegen kann nur durch den äußeren Strom und bei excentrischer Lage des Stabes entstehen.

Wir wollen nun alle Versuche beschreiben, bei welchen wir eine Tonbildung beobachtet haben; man wird sehen, daß sie sich durch das Vorhergehende leicht erklären.

II. Töne, erzeugt durch den elektrischen Strom.

1. Aeußerer Strom.

Versuche mit Stäben. — Man bedient sich mit Vortheil des schon beschriebenen Apparats (Fig. 5. Taf. I.), indem man ihn, wie in Fig. 9 abgebildet ist, modificirt. Der Stab *a* ist in der Mitte eingespannt, und mit jeder Hälfte in das Innere einer Glasröhre gesteckt, die mit zwei Lagen Kupferdraht bewickelt ist, einer rechts- und einer linksgewundenen. Man leitet den Strom entweder einzeln durch jede Lage oder durch beide, endweise in *h* verbundenen Lagen, so daß der Effect des Stroms verdoppelt wird; oder auch man verbindet bei einer und derselben Röhre das Ende der einen Lage mit dem Anfang der anderen. Der Strom geht alsdann in beiden Lagen in einerlei Richtung, und da die Effecte gleich und entgegengesetzten Sinnes sind, so müssen sie beinahe einander zerstören. Vereintigt man endlich, wie in *i*, das Ende der einen oder andern Lage der einen Röhre mit dem entsprechenden oder entgegengesetzten Ende der andern Röhre, so kann man auf beiden Hälften des Stabes alle möglichen Combinationen von Strömen hervorbringen.

Die Stützen *d* mit Schrauben und Gabeln dienen dazu, den Stab entweder in die Mitte der Schraubendrähte oder in eine beliebige excentrische Lage zu bringen. Da die Glasröhren nur 90 Centimeter lang sind, während die Stäbe eine Länge von 2 Meter haben, so richtet man es so ein, daß die beiden Enden des Stabes zu den Röhren herausragen, und befestigt an seinen unteren Flächen zwei dünne Messinghäkchen, welche hier zum Aufzeichnen der Vibrationen dienen, bei Anwendung des durchgeleiteten Stroms aber, wenn sie in Quecksilber getaucht sind, als Leiter benutzt werden. In jedem Fall bestimmt man zuvörderst den longitudinalen Ton des Stabes durch Streichen eines seiner Enden. Hierauf läßt man einen continuirlichen Strom durchgehen und erregt abermals einen Ton in gleicher Weise, um zu sehen, ob derselbe durch die Magnetisirung geän-

dert worden sey; endlich leitet man einen discontinuirlichen Strom durch. Die Unterbrechungen wurden auf verschiedene Weise hervorgebracht, bald durch Oeffnen eines der Verbindungsstücke *h*, bald durch in die Kette eingeschaltete Nöpfe mit Quecksilber, bald durch irgend einen Rheotom, der um das Geräusch und die Stöße seiner Bewegungen zu vermeiden in einem anstossenden Zimmer aufgestellt war. Diese Versuche gaben folgende Resultate.

Als der Stab in der Mitte der Schraubendrähte befindlich war, blieb der durch Streichen hervorgebrachte longitudinale Ton derselbe mit und ohne Magnetisirung. Im Moment, da man den Strom unterbricht, hört man einen deutlichen und metallischen Ton unabhängig von der Geschwindigkeit, mit welcher die Unterbrechungen auf einander folgen. Dieser Ton ist immer der longitudinale Ton des Stabes, identisch mit dem, welchen man durchs Reiben erhält; nur ist er weniger scharf und scheint bisweilen im Moment der Herstellung des Stroms etwas tiefer zu seyn als im Moment der Unterbrechung desselben. Dieser Unterschied scheint von derselben Ursache herzurühren, wie der in der Intensität der Funken d. h. davon, daß die Herstellung des Stroms weniger instantan ist als die Unterbrechung.

Außer dieser Identität der Töne kann man sich noch auf verschiedene Weise überzeugen, daß die Vibrationen wirklich im Sinne der Axe geschehen. Man stelle z. B. unter die am Ende befestigte Spitze eine mit Kienrufs überzogene Glasplatte, und lasse sie im Moment, da der Strom durchgeht, sanft an dieser Spitze fortgleiten. Die longitudinalen Vibrationen zeichnen sich alsdann so deutlich ab, daß man sie mittelst des Mikroskops sehen kann. Endlich nahm ich, auf Rath des Hrn. Despretz, vier Stäbe aus gleichem Eisen von 2,0, 1,6, 1,333 und 1 Meter Länge. Diese vier Stäbe gaben successive, wie es seyn mußte, den Grundton, die Terz, die Quinte und die Octave. Man würde also, hätte man sie gleichzeitig ertönen lassen, einen vollkommen deutlichen Accord erhalten.

Der longitudinale Ton ist fast immer begleitet von ei-

nem Stofs und trockenem Geräusch, welches nicht den Charakter eines bestimmten musikalischen Tons hat, und offenbar aus der plötzlich gegen den Einspannungspunkt ausgeübten Kraft entspringt.

Das Resultat bleibt für jegliche Querdimensionen des Stabes sich gleich. Ich habe quadratische Stäbe von 5 und 10 Millm. Seite, cylindrische Stäbe von 10 und 17 Millm. Durchmesser und Blechstreifen von verschiedenen Dimensionen ohne allen Unterschied angewandt.

Stahlstäbe geben gleichfalls sehr schöne Töne. Dagegen geben Stäbe von Zink, Kupfer, Messing, weißem Krystallglase und blauem durch Kobalt gefärbtem Glase, selbst mit Säulen von 20 Bunsen'schen Elementen, keinen Ton.

Befindet sich der Stab außerhalb der Axe des Schraubendrahts, so ist der longitudinale Ton weniger rein, und begleitet von Querschwingungen, die schon mit bloßem Auge sichtbar sind; allein diese Schwingungen geben einen so schwachen Transversalton, daß man ihn nicht anders hören kann, als wenn man das Ohr auf das den Apparat tragende Brett legt.

Ein und derselbe Strom in gleicher Richtung durch die beiden Lagen eines jeden Schraubendrahts geleitet, bringt keinen Ton hervor.

Der Ton bleibt sich gleich, es mag der Strom in gleichem oder entgegengesetztem Sinn die beiden Hälften des Stabes umkreisen, oder endlich nur auf eine dieser Hälften oder irgend einen Theil des Stabes wirken, sobald nur dieser Theil hinlänglich vom Einspannungspunkt entfernt und der Strom hinlänglich stark ist.

Zwei discontinuirliche, gleichgerichtete Ströme bewirken einen stärkeren Ton. Werden zwei Ströme angewandt, ein stetiger und ein unterbrochener, so ist der vom letzteren erzeugte Ton derselbe wie der, welcher sich während des stetigen Stroms durch Reiben hervorbringen läßt.

Versuche mit Drähten. — Die vier Versuche wurden mit dem longitudinalen Sonometer Fig. 8 Taf. I. angestellt. Man nahm die Schale *e* fort, befestigte den Draht an ei-

nen der Wirbel *g*, gab ihm den beabsichtigten Grad von Spannung und zog den zweiten Schraubstock *b'* an. Ich wandte 0,5 bis 3,0 Millm. dicke Drähte von Eisen und Stahl an. Die Resultate stimmten ganz mit den bei Stäben erhaltenen und unterschieden sich nur durch die Verschiedenheiten, welche man durch Abänderung der Spannung erhalten konnte. Sobald die Spannung so stark war, daß der an dem Draht hinabgeführte Violinbogen nur den Längston, ohne irgend ein anderes Geräusch vernehmen ließ, war der von dem unterbrochenen Strom erregte Ton auch ganz rein; sowie man aber die Spannung verringert, ist der Längston, sowohl der vom Bogen als der vom Strom erregte, von einem andern Geräusch begleitet. Es ist nicht bloß der Querton, welcher oft den Längston begleitet, sondern ein ganz eigenthümliches, anscheinend den Draht entlang laufendes Geklirr, so wie andere Arten von schwer bestimmbarern Geräusch, und diese entstehen besonders, so wie die Unterbrechungen und folglich die Stöße rascher auf einander folgen. Bei dünnen Drähten ist dieses Geräusch schwer zu beobachten, während der Längston, selbst bei schwachen Spannungen, andauert. Wohl angelassene Drähte von 1 Millm. Durchmesser geben im Allgemeinen die besten Resultate.

Der vom unterbrochenen Strom erregte Ton ändert sich nicht, wenn man einen anderen ununterbrochenen Strom in irgend einer relativen Richtung herstellt. Nur ist der Ton etwas weniger klar. Die Magnetisirung wirkt hier als Dämpfer; und da die verschiedenen Theile der Saite durch einen transversalen Zug afficirt werden, so verschwinden die metallischen Geräusche gleichfalls, was zu beweisen scheint, daß sie aus einem transversalen Hin- und Herwerfen entspringen.

Zwei in gleicher Richtung gehende unterbrochene Ströme addiren ihre Wirkungen; gehen sie aber in entgegengesetzten Sinn, so subtrahiren sich letztere.

Drähte von Blei, Zinn, Zink, Kupfer, Messing, Silber und Platin geben keinen Ton.

Versuche mit Platten. — Eine dicke Blechplatte von 20 Centm. Durchmesser wurde in der Mitte auf einem Gestell befestigt, das sich in eine weite aufrecht stehende Drahtrolle schieben liefs. Dadurch wurde die Platte über der Drahtrolle gehalten, so dicht an deren Ränder als es unbehindert der Schwingungen geschehen konnte. Im Moment, da man den Strom durchleitete, hörte man einen Stofs und ein Gemenge von Tönen, welches den Tönen einer Glocke ähnelte oder den Tönen, die man erhält, wenn man den Umfang so streicht, als wolle man drehende Schwingungen hervorbringen.

Diese Töne erzeugen keine Knotenlinien, sie verändern auch nicht die Anordnung derjenigen, die man durch Bogenstriche erhält; und wenn der Strom stark genug ist, bewirkt der Stofs nur ein Fortschleudern eines Theils des Sandes nach dem Umfang hin.

Ersetzt man die Blechplatte durch eine sehr dünne Weifsblechplatte, so überzeugt man sich leicht, dafs dann nur eine starke und plötzliche Anziehung des Umfangs der Platte gegen die Wände der Drahtrolle stattfindet; man sieht nämlich im Moment der Herstellung des Stroms die Platte sich an ihrem ganzen Umfang krümmen, und im Moment der Unterbrechung wieder aufrichten.

2. Durchgeleitete Ströme.

Versuche mit Stäben. — Für diese Versuche befestigte man einen dünnen Messinghaken an jedem Ende des Stabes (Fig. 9. Taf. I) und tauchte sie, wie die Zuleitungsdrähte, in die Quecksilbernäpfe *m*. Jedesmal, wenn man den Strom herstellte oder unterbrach, hörte man den Längston. Bei diesen Versuchen mufs man sich hüten den eigenen Ton des Stabs zu verwechseln mit dem Geräusch des Funkens, welches sich, gleich jedem andern Ton, mit grosser Leichtigkeit durch starre Leiter fortpflanzt. Dieser Fehler wird leicht begangen, besonders wenn der Stab oder Draht auf einem Resonanzkasten befestigt ist.

Bei einem und demselben Strom wird der Ton desto schwä-

schwächer, je dicker man den Stab nimmt. So giebt, mit einer Säule von 6 Elementen, ein 2 Meter langer und 17 Mllm. dicker Stab nur einen äußerst schwachen Ton.

Bei einem und demselben Stab bleibt der Ton sich gleich; allein er nimmt an Stärke ab, so wie der Strom ihn nicht mehr der ganzen Länge nach, sondern nur zu einem Theile durchläuft. Um diesen Versuch anzustellen befestige man Haken an verschiedenen Punkten des Stabes, wie Fig. 10. Taf. I. ersichtlich ist; es reicht hin, daß diese Haken 1 Decimeter von einander entfernt sind, um einen Ton zu hören, besonders wenn das zwischen den Haken liegende Stück etwas vom Einspannungspunkt absteht; je mehr der reciproke Abstand dieser Haken abnimmt, je schwächer wird der Ton und dieser verschwindet endlich ganz, wenn der Strom den Stab winkelrecht gegen seine Axe durchläuft.

Nähert man andererseits die Haken dem Einspannungspunkt, ohne ihren reciproken Abstand zu ändern, so wird der Ton auch schwächer und erlischt endlich ganz.

Dieser Versuch zeigt auf eine schlagende Weise die Analogie zwischen der Wirkung des durchgelassenen Tons und der einer andern mechanischen Kraft z. B. der Reibung. Der erzeugte Ton und die Richtung des Impulses sind dieselben und, wie beim Reiben, genügt es, daß der Strom auf eine gewisse, von der Mitte hinlänglich entfernte Strecke des Stabs wirke.

Dieser Versuch scheint mir überdies zu beweisen, daß der Ton nicht aus einer durch den Strom erregten eigenthümlichen Art von Schwingungen entsteht, denn diese Schwingungen könnten nur in dem von diesem Strom durchlaufenen Theil statthaben. Die Anzahl von Schwingungen, die in jedem einzelnen Fall dem erzeugten Ton entsprechen, müßten also im umgekehrten Verhältniß zu durchlaufenen Länge stehen, während in Wirklichkeit diese Anzahl sich gleich bleibt und der Ton nur seine Stärke ändert.

Wenn man den Stab, statt einzuspannen, auf Rollen

legt, so ist der Ton trockner und schwächer. In diesem Fall, wie in dem vorhergehenden, beobachtet man unter dem Mikroskop keine Verschiebung, keine Anziehung zu einem oder dem andern Pol der Säule. Es giebt dann nur einen instantanen Stofs, welcher die Schwingungen erzeugt. Selbst wenn man auf Quecksilber ein Korkstück schwimmen läßt, welches einen an beiden Enden gekrümmten Eisendraht trägt, bemerkt man keine Fortbewegung.

Taucht man das eine Ende des Stabes in Quecksilber, fast die Mitte an und hält das andere Ende an das Ohr, so sind die longitudinalen Vibrationen vernichtet, allein den Stofs hört man immer.

Berührt man das Ende des auf Rollen liegenden Stabes direct mit dem Zuleitungsdraht, so hört man deutlich das Geklirr, von dem wir schon sprachen; es scheint den Stab entlang zu laufen, ist unabhängig von dessen Durchmesser und verbleibt bisweilen mehre Sekunden nach der Herstellung des Stroms, während der Längston erst im Moment der Unterbrechung wieder erscheint. Diefs Geklirr entsteht besonders, wenn man den Stab mit dem positiven Pol berührt. Es scheint also einem Transport von Materie zugeschrieben werden zu müssen, und wahrscheinlich ist dieser von der Ordnung derjenigen, die Hr. de la Rive ¹⁾ bei seinen Untersuchungen über den Volta'schen Strom beobachtet hat.

Ein Stahlstab läßt denselben Ton und dasselbe Geräusch vernehmen. Stäbe von anderen Metallen geben keinen Ton.

Versuche mit Drähten. — Mit Eisen- oder Stahldrähten von verschiedenem Durchmesser erhält man den longitudinalen Ton sehr rein, wenn sie auf dem Sonometer stark ausgespannt sind; so wie man aber ihre Spannung vermindert, mischen sich dem Längston die schon erwähnten Arten von Geräusch hinzu.

Man kann sich noch durch einen anderen Versuch überzeugen, daß der Durchgang des Stroms einen wahrhaften

1) *Compt. rend.* 1846. *Avr.* 27. (T. XXVII. p. 690.) — *S. Ann.* Bd. 76. S. 270. P.

Stofs erregt. Man nehme einen langen Eisendraht, dessen beide Enden mit dem Rheotom in ein benachbartes Zimmer gebracht sind. Ein Theil des Drahts sey auf dem Sonometer ausgespannt, der Rest schlaff gelassen. Man bringe hierauf das Ohr an verschiedene Stellen der Drahtleitung und überzeuge sich zuvörderst durch Reiben des einen Drahtendes gegen einen harten Körper, dafs sogar ein stärkeres Geräusch als das der Funken sich nicht durch den Leiter fortpflanzt.

Allein im Moment, da der Strom durchgeht, hört man in allen Theilen der Drahtleitung ein trocknes Geräusch, ein Knistern wie das vom Funken, und dieses verwandelt sich erst in dem ausgespannten Theil in einen deutlichen Ton.

Unter denselben Umständen geben Drähte von andern Metallen keinen Ton.

Mit zwei durchgeleiteten Tönen erhält man dieselben Resultate wie mit einem einzigen, sie mögen nun in Richtung gleich oder entgegengesetzt seyn. Nur in der Intensität zeigt sich ein Unterschied.

Eben so erzeugt ein stetiger Strom, der den Draht durchläuft, keine andere Wirkung, als dafs er den vom unterbrochenen Strom erzeugten Ton etwas tiefer macht.

3. Äufserer und durchgeleiteter Strom.

a. Unterbrochene, äufserer und durchgeleitete Ströme: sehr starken Längston.

b. Stetiger äufserer und unterbrochener durchgeleiteter Strom: sehr hellen und sehr starken Längston, fast wie der von Stahl, zuweilen begleitet von einem anderen, tieferen Ton.

c. Unterbrochener äufserer und stetiger durchgeleiteter Strom: in Stäben und dicken Drähten bleibt der Ton derselbe, in dünnen Drähten wird er durch den Effect des stetigen Stroms etwas tiefer. Folgen die Unterbrechungen rasch auf einander, so scheinen sogar zwei einander sehr nahe liegende Töne vorhanden zu seyn, was davon her-

rührt, daß der beim Schließen der Kette stehende Strom etwas höher ist, als der dem Oeffnen entsprechende.

Kurzgefaßt glaube ich durch diese Untersuchung folgende Sätze dargethan zu haben:

1. Ein Strom, der durch einen Schraubendraht geht, übt auf eine darin befindliche Eisenmasse eine mechanische Anziehung aus, die identisch ist mit der, welche nach Hrn. Arago's Entdeckung ein Leitungsdraht auf Eisenfeilsel ausübt.

2. Diese Anziehung läßt sich betrachten als die Resultante zweier Kräfte, einer longitudinalen und einer transversalen.

3. Die Anziehung ist proportional der Stromstärke und der Eisenmasse.

4. Die longitudinale Componente kann, je nach der Lage des Schraubendrahts, den Eisenstab verlängern oder verkürzen.

5. Die transversalen Componenten, deren mechanisches Aequivalent sich leicht in Gewichten ausdrücken läßt, sobald das Eisen eine excentrische Lage hat, heben sich gegenseitig auf, wenn das Eisen in der Mitte des Schraubendrahts liegt.

6. Der durchgeleitete Strom erzeugt in den eisernen Leiter, den er durchläuft, einen plötzlichen Stofs.

7. Zwischen der Wirkung des Stroms und der einer in gleichem Sinne wirkenden mechanischen Kraft herrscht eine vollständige Analogie.

8. Alle deutlichen Töne, die man in Stäben, Drähten oder Platten von Eisen oder Stahl, entweder mittelst eines einzigen äußern oder durchgeleiteten Stroms oder mittelst irgend einer Combination dieser beiden Arten von Strömen erregen kann, finden ihre Erklärung in den vorhergehenden Sätzen.

Allein es giebt andere Fragen, die ich hier nur andeuten kann und die hier für die Theorie des Magnetismus großes Interesse zu haben scheinen; es sind folgende:

Erleidet eine Eisenmasse, unabhängig von der mechanischen Wirkung des Schraubendrahts, durch ihre bloße Magnetisirung eine Verlängerung?

Magnetisirtes Eisen scheint kein mechanisch homogener Körper mehr zu seyn; wie ist das Verhältniß und die Lage seiner Elasticitätsachsen?

Auf welche Weise erzeugt ein das Eisen durchlaufen-der Strom einen mechanischen Stofs? und geschieht dieser nicht durch gegenseitige Wirkung der winkelrecht auf dem Strom magnetisirten Theilchen?

Von welcher Natur ist das Geklirr, welches zuweilen sowohl mit dem äusseren als mit dem durchgeleiteten Strom entsteht?

IV Ueber die Phosphorescenz durch Insolation; von Hrn. Edmund Becquerel.

(*Ann. de Chim. et de Phys. Ter. III. T. XXII. p. 244.*)

In zwei Abhandlungen, in der *Biblioth. universelle*, Aout 1842, und in den *Ann. de chim. et de phys.*, Ser. III. T. IX. p. 314, habe ich die Wirkung des Sonnenspectrums auf den Canton'schen und Bononi'schen Phosphor (Schwefelcalcium und Schwefelbarium) studirt. Ich zeigte, daß man mittelst dieser beiden Substanzen verschiedene Resultate erhält, aber wenigstens zwei Ordnungen von Phänomenen beobachtet, daß der brechbarste Theil des Spectrums von *H* bis *P* über das Violett hinaus eine sehr lebhafte Phosphorescenz bei den Sulfuren giebt, während der wenigst brechbare Theil von *G* bis *A* und selbst darüber hinaus die durch andere Strahlen erregte Phosphorescenz auslöscht ¹⁾. Ich erkannte, daß wenn man diese beiden Phosphore gebraucht, die Effecte nicht in denselben Theilen des Spectrums erfolgen, daß während z. B. beim Canton'schen

1) Eine übrigens schon lange vorher bekannte Thatsache. (P.)

Phosphor jenseits des Violetts im Allgemeinen zwei Licht-maxima vorhanden sind, man beim Bononi'schen Phosphor, bereitet durch Glühen des bononi'schen Steins (Schwerspaths) in Knochen, nur ein einziges beobachtet. Als ich in diesem Jahre Gelegenheit hatte die Phosphorescenz eines auf verschiedene Weise zubereiteten Schwefelcalciums zu studiren, beobachtete ich fernere Eigenthümlichkeiten, die, ich glaube, die Physiker um so mehr interessiren werden, als das Schwefelcalcium, solchergestalt bereitet, dafs es verschiedenartig leuchtet, in dem Sonnenspectrum verschiedene Erscheinungen zeigt, gleichwie wenn man mit phosphorescirenden Substanzen von verschiedener Natur operirte.

Canton'schen Phosphor kann man bereiten, indem man Austerschalen ungefähr eine Stunde lang in einem irdenen Tiegel weifs glüht; wenn man sie dann, nach dem Erkalten, dem Tageslicht unzerrieben aussetzt, leuchten sie im Dunkeln mit verschiedenen Farben.

Die beiden vorwaltenden Farben sind orangegelb und grün; einige Stücke sind bläulich. Die Austerschalen sind nach dem ersten Glühen bisweilen so leuchtend nicht, als wenn man sie abermals, 15 bis 30 Minuten lang mit Schwefel oder Schwefelkalium (*persulfure*) glüht; alsdann erlangen sie eine sehr grofse phosphorescirende Kraft und gewöhnlich eine solche, dafs sie mit sehr lebhafter grünlicher Farbe leuchten. Bereitet man den Canton'schen Phosphor auf diese Weise, so ist er nothwendig mit Kalk und anderen Substanzen gemengt. Man hat also zu fürchten, dafs die Phosphorescenz sowohl vom Schwefelcalcium als von den beigemengten Substanzen herrühre.

Um dieses Gemenge zu vermeiden, bereite ich das phosphorescirende Sulfur, indem ich Gypskrystalle, umgeben von zerstoßener Kohle, in einem Tiegel rothglühe. Man ist indess dabei des Resultates niemals sicher; denn entweder ist die Temperatur zu hoch oder zu lange fortgesetzt, und dann ist das Sulfur nicht leuchtend, oder das Feuer ist nicht stark genug, und dann stellt sich derselbe Uebelstand ein. Man mufs sich dann aufs Probiren legen, um

das Maximum der Wirkung zu erhalten. Ich wende also folgende Methode an. In einem Reverberierofen, der mit Holzkohlen geheizt ist (denn Steinkohle oder ein Gemenge von Holzkohle und Coak geben eine zu hohe Temperatur) stellte man gleichzeitig sechs auf dieselbe Weise zubereitete Tiegel neben einander. Ist der Ofen im Gange, so nehme man folgeweise jeden der Tiegel alle 3, 4, 5 oder 10 Minuten heraus, und prüfe, nach dem Erkalten, welcher Tiegel das leuchtendste Sulfur gebe. Auf diese Weise findet man, daß, nach vollständiger Umwandlung des Sulfats in Sulfur, die Substanz sehr leuchtend ist, wenn die Temperatur nicht zu hoch war. Operirt man indess mit Krystallen von verschiedenen Gypsproben oder auch mit Stücken zwar von demselben Krystall, aber verschiedenartig calcinirt, so bemerkt man, daß dieser Sulfure nicht auf gleiche Weise und mit derselben Farbe leuchten, ohne daß ich bisher die Ursache dieser Verschiedenheit auffinden konnte. Rührt es her von der Gegenwart fremder Substanzen, oder von einem Gemenge mehrer verschiedenartig leuchtender Sulfure oder vielmehr von verschiedenen physischen Umständen einer und derselben Substanz? Diefs habe ich noch nicht entscheiden können; ich werde mich aber noch weiter damit beschäftigen.

Bei Anwendung einer großen Anzahl kleiner Lamellen, die von einem schön krystallisirten schwach gelblichen Stück Gyps herstammten, erhielt ich ein Mal, und nur diels eine Mal, schön blauleuchtende Stücke, während mir zu andern Malen derselbe Gyps, nach Umwandlung in Sulfur, eine sehr lebhafte grüne Phosphorescenz gab. Diefs grüne Licht zeigt sich am häufigsten und ist am lebhaftesten. Mit einem weissen sehr klaren krystallisirten Gyps erhielt ich bei mehrern Zubereitungen ein mit orangegelber Farbe phosphorescirendes Sulfur.

Auf diese Weise konnte ich mir Stücke von Schwefelcalcium verschaffen, die, wie ich wenigstens annehme, mit gleichförmiger Farbe phosphorescirten, die einen blau, die andern grün, die dritten endlich orangegelb. Zu dem Ende zer-

stiefs ich diese Stücke, las die leuchtendsten Brocken unter ihnen aus, und verwandelte sie für sich in sehr feines Pulver. Darauf überzog ich einen Bogen Papier, der auf einem Rahmen oder einer Metallplatte ausgespannt war, mit einer Schicht Gummilösung, und übersiebte dieß Papier mit dem gepulverten Sulfur. Das Pulver blieb am Papiere haften und nach dem Trocknen des Gummi war das Papier überzogen mit Sulfur, welches mit der Farbe der angewandten Stücke phosphorescirte. Auf diese Weise konnte man ziemlich große, in homogener Weise leuchtende Flächen darstellen. Es verdient den Vorzug, das Papier auf Flächen von polirtem Kupfer aufzuziehen, denn wenn man die Temperatur dieser Flächen erhöhen will, braucht man nur die Metallplatte zu erwärmen, da sich dann die Wärme rasch und gleichförmig dem Papiere mittheilt.

Der Beweggrund zu dieser Zubereitung ist folgender: Wenn man die Temperatur der phosphorescirenden Substanzen durch Insolation erhöht, werden sie leuchtend; allein sie werden es nur momentan, und verlieren bald die Eigenschaft des Leuchtens; sie erlangen sie erst durch eine abermalige Bestrahlung wieder. Es ist nicht nöthig, daß man sie unmittelbar vor der Temperatur-Erhöhung den Sonnenstrahlen aussetzt. Ist der Phosphor einmal dem Lichte ausgesetzt und wieder in Dunkelheit gebracht, so verbleibt die unter dem Einfluß der Strahlung erlangte Modification einige Zeit, selbst wenn das Sulfur aufgehört hat bei umgebender Temperatur merklich zu leuchten, und eine nachherige Temperatur-Erhöhung giebt zu einer Licht-Aussendung Anlaß ¹⁾. Mithin sind diese Substanzen nur leuch-

1) Ich habe einige Versuche angestellt, um zu ermitteln, wie lange der Canton'sche Phosphor die Fähigkeit, durch Temperatur-Erhöhung zu leuchten, bewahren könne, wenn er nach vorheriger Bestrahlung ins Dunkle gebracht worden. Die Versuche sind indess noch nicht vervielfältigt genug, um in dieser Beziehung etwas behaupten zu können. Ich will nur sagen, daß einige Stücke Canton'schen Phosphors mir nach Verlauf einer gewissen Zeit (anderthalb Monaten) diese Eigenschaft vollständig

tend durch Wärme, nachdem sie dem Lichte ausgesetzt waren, und unter diesem Umstande ist ihr Leuchten desto lebhafter, je plötzlicher und beträchtlicher die Temperatur-Erhöhung ist; denn der Phosphor entsendet sogleich alles Licht, welches er, bei langsamer Temperatur-Erhöhung, in längerer Zeit ausgesandt haben würde. Man muß dieses Resultat beachten, denn weiterhin wird man einen analogen Effect beim Spectrum sich zeigen sehen.

Dieses gesetzt, wollen wir untersuchen, was geschehe, wenn wir auf die phosphorescirenden Flächen ein Sonnenspectrum fallen lassen, das (wie es in den *Annal. de chim. et de phys. Ser. 3. T. 9. p. 317* gezeigt worden) ¹⁾ wohl gereinigt ist und vom Striche *A* des äußersten Roth bis zum Striche *H* des äußersten Violett eine Ausdehnung von 10 bis 20 Centimetern umfaßt. Wir setzen in dem Folgenden voraus, daß anfangs die Flächen, bevor sie dem Spectrum ausgesetzt wurden, noch nie das Tageslicht sahen und daß sie mit phosphorescirenden Sulfur bereitet wurden, welches, nach seinem Rothglühen, noch nicht der Bestrahlung ausgesetzt worden; oder vielmehr, daß man die Kupferplatte, mit welcher das Papier überzogen worden, eine Viertelstunde lang einer Temperatur von 200 bis 300° ausgesetzt hatte.

Wirft man das Spectrum mit einem Male auf eine so bereitete und mit grün leuchtendem Phosphor (dem phosphorescirendsten Schwefelcalcium, es mag aus Gyps oder Austerschalen bereitet seyn) überzogene Fläche, und öffnet die Augen erst, nachdem die Wirkung des Spectrums

verloren zu haben schienen. Vielleicht bedarf es dazu einer kürzeren Zeit. Dieses ist ein Gegenstand, der mich noch beschäftigt.

- 1) Nicht p. 317, sondern p. 262 beschreibt der Verf. sein Verfahren zur Darstellung des Spectrums. Er fängt die Sonnenstrahlen mit einem Heliostat auf, läßt sie durch einen Schlitz, dessen Breite von 0,1 bis 2,0 Mllm. veränderlich ist, in ein dunkles Zimmer treten, hier unter dem Winkel des Ablenkungs-Minimum auf ein sehr reines Flintglasprisma von 60° fallen, durch eine dicht hinter dem Prisma aufgestellte achromatische Glaslinse von 1 Meter Brennweite gehen, und endlich 2 Meter von der Linse entfernt auf die zu untersuchende Substanz einwirken. P.

vorüber und die Klappe der dunklen Kammer wieder verschlossen ist, so erblickt man die in der Abhandlung, *Ann. de chim. et de phys. Ser. 3. T. IX* beschriebenen und daselbst Taf. IX abgebildeten Erscheinungen. (Siehe Fig. 11 Taf. I. dieses Heftes.) Man erblickt auf der phosphorescirenden Fläche zwei leuchtende Flecke, den einen von *G* fast nach *H* gehend, und den andern zwischen *O* und *P*, etwas rechts und links über diese Linien hinausgehend. Zwischen diesen Flecken ist das Papier dunkel, so gut wie sonst überall. Es hält schwer die Lage dieser Lichtmaxima genau anzugeben, allein angenähert liegt das erstere zwischen *G* und *H*, fast ein Drittel des Abstands *HG* von *H* aus, und das zweite fast in der Mitte von *O* und *P*. Die Grenzen des ersten Flecks oder des minder brechbaren Theils des phosphorogenischen Spectrums sind anscheinend einerseits bei *H*, jenseits des Violetts, und andererseits, gegen *G*. Die Grenzen des anderen Lichtflecks, wenn die Wirkung recht deutlich ist, sind, einerseits, über *P* hinaus und, andererseits zwischen *M* und *N*. Der Raum *MJ* scheint dunkel zu bleiben. Uebrigens sind diese Grenzen schwer anzugeben, denn wenn die Sulfure sehr phosphorescirend sind, scheinen sich die leuchtenden Stellen weiter auszudehnen. Man sieht also, daß diese Resultate, welche die Mittel aus mehreren Bestimmungen an verschiedenen Flächen sind, nicht sehr von den Resultaten der oben erwähnten Abhandlung abweichen, es sey denn, daß der erste leuchtende Fleck *HG* sich mir bei den früheren Versuchen etwas weiter gegen das Indigo zu erstrecken schien. Ich werde auf dieses Resultat zurückkommen, da es mir noch etwas zweifelhaft ist.

Wenn man, statt der Fläche mit dem Ueberzug von grün phosphorescirendem Sulfur, eine mit blau leuchtenden, zuvor erhitztem Sulfur bereitete, anwendet und unter gleichen Umständen in gleicher Weise experimentirt, erhält man die folgenden Resultate. Man sieht, nach der Einwirkung des Spectrums, ebenfalls zwei leuchtende Flecke, aber ihre Lage ist eine andere, oder wenigstens hat der eine

sie geändert. Zwar hat der entferntere sein Maximum zwischen *O* und *P* anscheinend an derselben Stelle und auch die Gränzen scheinen dieselben wie bei dem entsprechenden Fleck auf dem grün leuchtenden Sulfur; allein der minder gebrochene liegt zwischen *H* und *M* und hat sein Maximum jenseits des Violetts, fast ein Drittel des Abstandes *JH* von *J* aus. Die Gränzen dieses letzteren Flecks sind einerseits bei *M* und andererseits ganz dicht bei *H* zwischen *H* und *G*. Dieser erstere Theil des phosphorogenischen Spectrums ist, beim Gebrauche dieses Phosphors, offenbar mehr gebrochen als beim grün leuchtenden Sulfur. Daraus geht hervor, daß der dunkle Raum zwischen den beiden hellen Flecken schmaler ist beim blauen Phosphor als beim grünen. Das Minimum der Intensität oder die Mitte dieses Raumes bei blauem Phosphor scheint also auf der Mitte des Raumes *OJ* zu liegen. Als wichtige Bemerkung muß ich hinzufügen, daß bei Anwendung des grün phosphorescirenden Sulfurs die beiden leuchtenden Flecke gleich hell erscheinen, während beim blau phosphorescirenden Sulfur der minder gebrochene Fleck weniger hell erscheint als der andere.

Fängt man endlich das Spectrum mit einer Fläche von orangegelb phosphorescirendem Sulfur auf und zwar unter gleichen Umständen wie zuvor, so sieht man, nach der Bestrahlung, anfangs nur einen einzigen leuchtenden Fleck deutlich; derselbe scheint sein Maximum zwischen *O* und *P* zu haben und beinahe dieselben Gränzen zu besitzen, wie die Flecke in den brechbareren Strahlen auf den grün und blau phosphorescirenden Sulfuren. Beobachtet man aber sorgfältig, so erblickt man bald einen schwachen Schein bei *H*, so daß also auch hier, wie bei den übrigen Phosphoren, ein zweiter heller Fleck und ein Minimum von Helligkeit zwischen *J* und *O* vorhanden ist. Dieser schwach leuchtende Raum schien mir sich bis gegen *G* zu erstrecken, allein ich bin hinsichtlich dieser Gränzen keineswegs sicher, denn sie sind schwer zu bestimmen, da das ausgesandte Licht in dieser Region weit schwächer ist als in dem

gegen *OP* liegenden Theil und überdies dieß Sulfur viel weniger phosphorescirt als die beiden vorhergehenden. Ich muß hinzufügen, daß, unter diesen drei Umständen, die hellen Flecke mit den Farben leuchten, welche den auf die Flächen gestrichenen Substanzen eigen sind.

Aus dem Vorhergehenden folgt, daß das phosphorescirende Schwefelcalcium oder, besser gesagt, der Canton'sche Phosphor, je nach seiner Bereitung oder je nach der Farbe, mit der er leuchtet, nicht in denselben Theilen des Spectrums phosphorescierend wird, d. h. daß die Ausdehnung des phosphorogenischen Spectrums auf dem Canton'schen Phosphor je nach dessen Zubereitung variirt. Um diese Erscheinungen sichtbar zu machen, ist es nöthig, die Augen wenigstens eine Viertelstunde lang vor dem Beginn des Versuchs im Dunklen zu halten, und überdies, ich wiederhole es, ist es gut ein Sulfur anzuwenden, das noch nicht dem Licht ausgesetzt, oder das zuvor erhitzt worden ist. Will man aber die geringsten Spuren der Sonnenwirkung sichtbar machen, so muß man die phosphorescirende Fläche, unmittelbar nachdem das Spectrum gewirkt hat, im Dunkeln erhitzen; dann leuchtet sie an den Stellen, die von den activen Theilen des Spectrums getroffen wurden.

Untersuchen wir nun, was geschieht, wenn man das Spectrum auf eine Fläche projecirt, auf die schon die Sonnenstrahlen eingewirkt haben. Gesetzt man nehme anfangs das grüne phosphorescirende Sulfur, welches den höchsten Grad von Phosphorescenz darbietet. Läßt man das Spectrum auf das bereits bestrahlte und leuchtende Sulfur einwirken und zwar eine hinlängliche Zeit, (ein oder zwei Minuten z. B.), schließt dann den Fensterladen und betrachtet abermals die Fläche, so sieht man, daß es leuchtend geblieben ist, mit Ausnahme einer Portion, die vollständig dunkel geworden.

Diese Portion erstreckt sich fast von *G* bis jenseits des Striches *A* im Roth. Erhitzt man dann die Fläche, so wird sie viel leuchtender an den Stellen, wo sie es schon war, und der dunkle Theil leuchtet gar nicht. Es ist also in

dem minder brechbaren Theil des Spectrums das Sulfur nicht nur erloschen, sondern es hat auch die Fähigkeit, durch Wärme zu leuchten, verloren, und es bedarf einer neuen Bestrahlung mit den brechbareren Strahlen, um ihm diese Eigenschaft wieder zu geben. Das Sulfur ist also, nachdem es diesem Theile des Spectrums ausgesetzt gewesen, in demselben Zustand, wie wenn es, geschützt vor den Sonnenstrahlen, einige Zeit in einer höheren Temperatur erhalten worden wäre.

In den eingangs dieser Note erwähnten beiden Abhandlungen habe ich diese letzteren Resultate angekündigt, indem ich sagte, dafs die Phosphore durch die Bestrahlung zweierlei Erscheinungen zeigten:

1. Wirkungen, herrührend von Strahlen, welche Phosphorescenz erregen.
2. Wirkungen, erzeugt von Strahlen, welche Phosphorescenz zerstören.

Es sind besonders diese zweiten Wirkungen, welche ich in dieser Note studiren wollte, um zu ermitteln, auf welche Weise die Sonnenstrahlen die leuchtenden Sulfure auslöschen.

Wiederholt man den vorhergehenden Versuch und zwar mit einem äufserst empfindlichen und vorher dem Lichte ausgesetzt gewesenen, grün phosphorescirenden Sulfur, es mag nun wirklich leuchten oder nicht wirklich leuchten, aber die ihm von der Bestrahlung eingeprägte Modification bewahren, und man projecirt das Spectrum eine sehr kurze Zeit, einige Sekunden, auf die Fläche desselben, und schließt darauf die Klappe im Fensterladen, so sieht man nicht nur die ganze Fläche leuchtend bleiben, wenn sie es zuvor war, und die beiden den Gränzen *GH* und *OP* entsprechenden Räume noch mehr leuchten, sondern man erblickt noch ein lebhafteres Licht, vom Blau bis jenseits des Roth, da wo sogleich, nach einer längeren Action, das Licht erloschen wäre. Setzt man die Fläche abermals der Wirkung des Spectrums eine sehr kurze Zeit lang aus, so geschieht dasselbe; allein so wie die Aussetzung eine längere

Zeit dauert, so leuchtet die Fläche nicht mehr von *G* bis jenseits *A*, und wird stark leuchtend nur in *GH* und *OP* da, wo sich die phosphorogenischen Strahlen befinden. Eine noch mehr verlängerte Aussetzung giebt zu einem dunkeln Fleck Anlaß, welcher sich vom leuchtenden Fleck etwa von *G* bis jenseits *A* ausdehnt.

Um diese verschiedene Erscheinungen gut wahrzunehmen, muß der Beobachter die Augen geschlossen halten, während eine zweite Person das Spectrum auf die phosphorescirende Fläche fallen läßt, und er darf sie nicht eher öffnen als im Moment der Untersuchung des Phosphors, gleich nach dem Schließen des Fensterladens. Die vorhergehenden Resultate, die sich an höchst phosphorescirenden Flächen leicht nachweisen lassen, zeigen eine große Analogie in der Wirkungsweise der weniger brechbaren Strahlen und der Wärme, um die Phosphorescenz der zuvor den Sonnenstrahlen ausgesetzt gewesenen Sulfure zu vernichten, und diese Zerstörung der unter dem Einfluß der phosphorogenischen Strahlen erlangten Modification geschieht in beiden Fällen nicht ohne daß die Phosphore Licht ausstrahlen.

Der im rothen Theil des Spectrums bewirkte Effect rührt her von einer eigenthümlichen Wirkung der Strahlen, und keineswegs von der Temperatur-Erhöhung, welche aus den Wärmewirkungen des Spectrums entspringen könnte, denn in dem rothen Raume des Spectrums steigt die Temperatur während der Zeit einer Operation nicht merklich.

Wenn man also bloß beim ersten Blicke stehen bleibt, und das leuchtende Sulfur nur eine sehr kurze Zeit dem Spectrum aussetzt, kann es geschehen, daß man vom Roth bis jenseits des Violetts einen Schein erblickt, während man, bei hinreichend fortgesetzter Einwirkung, diesen Phosphor nur vom Blau bis jenseits des Violetts leuchten sieht. Daraus geht hervor, daß die Effecte verschieden sind, je nachdem man mit einer noch dunkeln, aber die durch eine vorherige Bestrahlung erlangte Modification besitzenden phosphorescirenden Fläche experimentirt, oder mit einer gleich-

falls dunkeln, deren Phosphor-Ueberzug aber vorher bis zum Rothglühen erhitzt worden und das Licht erst in dem Moment sah, wo man ihn der Wirkung des Spectrums aussetzte. Im ersten Fall sieht man den Phosphor nicht nur jenseits des Blau leuchten, sondern auch, wenn man ihn eine hinreichende Zeit dem Spectrum ausgesetzt hat, vom Blau bis über das Roth hinaus; während im zweiten Fall das Licht nur in dem brechbarsten Theil des Spectrums sichtbar ist, und keineswegs vom Blau bis über das Roth hinaus. Nach dem Obengesagten ist es leicht, sich diese Erscheinungen zu erklären. Die Fläche, obwohl mit derselben Substanz überzogen, ist nämlich in beiden Fällen nicht in gleichen Zuständen: im ersteren hat sie schon die Wirkung der Bestrahlung erlitten und ist anders modificirt als das Sulfur, welches das Licht noch nicht gesehen hat; in den minder brechbaren Strahlen, wo diese Modification zerstört seyn muß, wird dann der Phosphor leuchtend, bis er auf denselben Zustand gelangt ist, wie die Fläche beim zweiten Versuch, die nur mit Sulfur überzogen ist, ohne den Eindruck des Lichts empfangen zu haben.

Untersuchen wir nun, welche Gränzen diese Wirkung in dem Spectrum habe, je nachdem das Sulfur auf die vorhin erwähnten verschiedenen Weisen zubereitet worden ist. Mit dem grün phosphorescirenden Sulfur sind die Wirkungen viel deutlicher als bei den übrigen, da es viel leuchtender ist. Die Vernichtung des Lichts scheint anfangs sich bei den Linien *C* und *D* neben dem Orange zu äußern, darauf breitet der schwarze Fleck sich aus, einerseits nach *G* hin und selbst darüber hinaus, und andererseits in das Roth hinein und selbst darüber hinaus bis zu einem Abstand vom Strich *A*, der wenigstens dem gleich ist, der *A* von *D* trennt. Beim Aufsuchen der Gränze des dunkeln Flecks gegen das Blau hin und der äußersten Gränze des zwischen *H* und *G* liegenden hellen Flecks, habe ich nicht finden können, daß diese Gränzen in einigen Fällen vollkommen zusammenfielen, und die Räume, in welchen diese Wirkungen auftreten, schienen einander zu übergreifen.

Ob dieß von den bei diesen Versuchen unvermeidlichen Beobachtungsfehlern herrühre, habe ich nicht entscheiden können; ich begnüge mich anzugeben, was ich beobachtete. Bei dem blau phosphorescirenden Sulfur liegt der Theil des Spectrums, worin die Phosphorescenz zerstört wird, näher bei *H*; denn man weiß nach dem eingangs dieser Note Gesagten, daß der minder gebrochene Lichtfleck über *H* hinaus zurückgedrängt ist; mithin nimmt der Raum, wo die Phosphorescenz bei diesem Sulfur vernichtet ist, einen Raum ein, der größer ist als der sichtbare Raum des Lichtspectrums. Die Gränzen sind: einerseits, wie zuvor gesagt, jenseits *A*, und andererseits bei *H*.

Mit dem gelb leuchtenden Sulfur sind die Effecte fast dieselben, aber schwieriger nachzuweisen, weil es weniger empfänglich ist; allein die Gränze des dunkeln Flecks auf Seite des Violetts schien mir bei der Linie *G* zu liegen.

Zusammengefaßt führen die in dieser Note aufgezählten Resultate zu nachstehenden Folgerungen:

Das phosphorescirende Schwefelcalcium oder, besser gesagt, der Canton'sche Phosphor, verschiedenartig zubereitet, so daß er mit verschiedenen Farben leuchtet, wird zwischen verschiedenen Gränzen des Sonnenspectrums leuchtend. Im Allgemeinen bemerkt man zwei Wirkungsmaxima, von denen eins, das entferntere vom Violett, beinahe dieselbe Lage bei den verschiedenen Präparaten behält. Ob dieses von einem Gemenge mehrer Substanzen, oder von verschiedenen Zuständen einer und derselben Substanz herrühre, habe ich noch nicht entscheiden können.

Im Allgemeinen äußern die Sonnenstrahlen zwei wohl unterschiedene Einwirkungen auf die Phosphore, namentlich auf das Schwefelcalcium:

1. Hervorrufung einer Phosphorescenz oder solcher Modification, daß die Substanz, nachdem sie zuvor gewissen Theilen des Spectrums ausgesetzt gewesen ist, leuchtend wird, meistens jenseits des Violetts.

2. Vernichtung der Phosphorescenz oder solche Einwirkung, daß die durch die ersten Strahlen erzeugte Modi-

dification zerstört wird, meistens vom Violett an bis jenseits des Roth. Indefs ist zu bemerken, daß diese Zerstörung nicht so erfolgt, daß das zuvor den minder brechbaren activen Strahlen ausgesetzte Sulfur sogleich dunkel wird; vielmehr leuchtet es noch eine Zeit lang und erst dann, wenn es alles Licht ausgesandt hat, welches es aussenden kann, d. h. dasjenige, welches es beim Erhitzen bis zur Rothgluth sichtbar gemacht hätte, ist es nicht mehr leuchtend. Steigert man nun seine Temperatur, so bleibt es dunkel und es kann nur wiederum Licht aussenden, wenn es abermals den brechbareren Strahlen ausgesetzt wird.

Wenn man also eine durch Insolation phosphorescirende Substanz in der Dunkelheit der Wirkung der brechbaren Strahlen aussetzt, so wird sie leuchtend und hört nach kurzer Zeit zu leuchten auf. Allein die Modification, welche sie durch die Bestrahlung erlangt hat, ist damit nicht zerstört, denn eine Temperatur-Erhöhung macht sie abermals leuchtend. Das Licht, welches sie alsdann aussendet, ist nur von kurzer Dauer; bald hernach wird die Substanz wieder dunkel, und wenn die Wärme wiederum Licht aus ihr entwickeln soll, muß sie abermals den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden.

Die Thatsache indeß, die ich durch diese Notiz eigentlich feststellen wollte, ist folgende: Wenn die phosphorescirende Substanz dergestalt durch die brechbareren Strahlen abgeändert worden ist, daß sie, obwohl nicht leuchtend in gewöhnlicher Temperatur, es wird im Dunkeln durch Wirkung der Wärme, so wirken die minder brechbaren Strahlen, obwohl sie die Substanz nicht erwärmen, eben so wie die Wärme, veranlassen eine Lichtentwicklung und die phosphorescirende Substanz wird wieder dunkel.

V. Ueber das farbige photographische Bild des Sonnenspectrums; von Hrn. E. Becquerel.

(Ann. de chim. et de phys., Ser. III, T. XXII, p. 451.)

Im Laufe der Untersuchungen, die ich seit mehrern Jahren mit verschiedenen Körpern, die ihren Zustand unter dem Einfluß des Lichts verändern, unternommen habe, bin ich auf die Beobachtung einer Thatsache geführt worden, die, wie ich glaube, wichtig genug ist, um getrennt von einer Abhandlung, die ich später der Academie vorzulegen gedanke, veröffentlicht zu werden.

Schon mehrere Beobachter haben bemerkt, daß das Chlorsilber, je nach den Umständen seiner Darstellung oder je nach der Farbe des darauf fallenden Lichtes, verschiedene Farbentöne annimmt. So haben Seebeck und Herschel gesehen, daß es unter dem Einfluß rother Strahlen einen rothen Anstrich annimmt. Hr. Herschel, der diese Erscheinungen am besten analysirt hat ¹⁾, beobachtete, daß das empfindliche Chlorsilberpapier, der Wirkung eines stark concentrirten Spectrums ausgesetzt, eine Färbung annimmt, in welcher das Roth am lebhaftesten ist, aber von einer Farbe, die sich mehr dem Ziegelroth als dem prismatischen Roth nähert. Das Gelb fehlt gänzlich, das Grün ist dunkel und von metallischer Farbe, das Blau noch mehr und geht rasch ins Schwarz über.

Beim Studium dieser Erscheinungen erkannte ich, daß sie sich an weißem, gut gewaschenem Chlorsilber, das mit etwas Gummiwasser auf Papier gestrichen ist, besser beobachten lassen, als an Papier, das erst in ein Chlorid und darauf in salpetersaures Silber getaucht worden, denn das überschüssige Nitrat stört die bei Lichte eintretende Reaction, wie ich weiterhin zeigen werde. Fängt man ein wohlgereinigtes und concentrirtes Sonnenspectrum mit einer mit weißem Chlorsilber überzogenen Fläche auf, so beginnt

1) *Athenaeum* 1839, No. 621 und *Biblioth. universelle* T. XXIII.

die Wirkung sogleich jenseits des Violetts, in einem zwischen den Strichen *H* und *M* liegenden Raum, der sich nach und nach gegen das Blau und andererseits über das Violett hinaus erstreckt. Wenn man aber statt so zu verfahren, das Spectrum mit einer vom Tageslicht schon bestrahlten und etwas violett gewordenen Fläche auffängt, so wird das Chlorid nicht nur jenseits des Violetts sehr rasch dunkel, sondern es nimmt auch in dem prismatischen Blau einen recht deutlichen bläulichen Farbenton an, entfärbt sich schwach gegen das Gelb hin und geht im Roth in Rosenroth über. Bis dahin schrieb ich die Färbung einer eigenthümlichen Reaction auf das Chlorid zu, vielleicht einer Umänderung des schon gebildeten violetten Subchlorids in metallisches Silber und weißes Chlorid ($\text{Ag}_2\text{Cl} = \text{Ag} + \text{AgCl}$) und ich achtete nicht sehr auf die Farben-Coincidenz, welche macht, daß das Chlorid rosenroth im Roth und bläulich im prismatischen Blau ist. Als ich aber eine ziemlich große Quantität von weißem, sehr reinem Chlorid dem Tageslicht aussetzte, und zwar unter einem grünen Glase, welches nur den Anfang des Blaus und das Grün des Spectrums durchliefs, erstaunte ich nach vierzehn Tagen zu finden, daß dieses Chlorid schön blau gefärbt worden, ohne Spur von Violett. Ich gedachte also das Chlorsilber auf alle möglichen Verfahrungsweisen darzustellen und die Wirkung des Spectrums auf diese verschiedenen Präparate sorgfältig zu untersuchen. Ich wurde dabei auch veranlaßt, direct vom Chlor angegriffene Silberplatten zu benutzen. Folgendes sind die Resultate, die ich erhielt.

Legt man eine wohl polirte Platte von reinem oder plattirten Silber einige Centimeter oberhalb einer Schicht Chlorwasser, so nimmt sie nach einigen Minuten, in Folge der Bildung von Chlorsilber, einen weißlichen Farbenton an, und projectirt man nun ein stark concentrirtes Sonnenspectrum von einigen Centimetern Länge auf dieselbe, so erhält man bald einen photographischen Eindruck, welcher den ganzen sichtbaren Theil des Spectrums einnimmt. Das Merkwürdige dabei ist, daß die Wirkung beim Orange

anfängt, bei dem Theil, wo das Licht die meiste Intensität hat, und daß der Eindruck sich wie das Spectrum färbt. Die vom prismatischen Roth getroffene Portion der Platte ist röthlich, am äußersten Roth und selbst über den Strich *A* hinaus, ins Purpurne fallend. Das Orange ist deutlich zu unterscheiden, und bei *D* geht das Bild ins Grüne über, nachdem es eine leicht gelbliche Farbe angenommen hat; das Grün ist recht deutlich bis gegen den Strich *F*, wo der photographische Eindruck blau zu werden beginnt; diese Farbe geht bei *G* ins Violette über und dieß Violett hält sogar bis über *H* an, wo es allmählig schwächer wird. Das Spectrum scheint sich also hienach mit analogen Farben wie die seinigen auf die Platte abzumalen. Läßt man die Wirkung fortdauern, so dunkeln die Farben und nach einer oder zwei Stunden, je nach der Intensität des Spectrums, nimmt endlich das Bild einen metallischen Glanz an und die Farben sind verschwunden.

Verfährt man wie eben gesagt, so wird die silberne oder plattirte Platte nicht recht gleichförmig vom Chlor angegriffen. Um eine gleichförmigere Schicht zu bekommen, muß man die Platte in Chlorwasser tauchen, so daß der Eindruck nur sehr kurze Zeit dauert; dann wäscht und spült man die Platte ab. Gewöhnlich reicht eine einzige Eintauchung nicht hin, eine empfindliche Schicht zu bekommen, die ein gut gefärbtes prismatisches Bild aufzunehmen vermag; man muß diese Eintauchung ein oder zwei Mal wiederholen, so daß die Platte eine weißliche, kaum rosenrothe Farbe erhält. Wiederholt man die Eintauchungen oder läßt man die Platte einige Zeit im Chlorwasser verweilen, so nimmt sie in Folge der Dicke, welche die auf ihr gebildete empfindliche Schicht erlangt hat, verschiedene Nüancen an. Läßt man dann das Spectrum wirken, so erhält man verschiedenartige Resultate, obgleich die allgemeinen Effecte der Färbung dieselben sind. Bald ist es das Roth, welches in dem photographischen Bilde vorwaltet, bald das Grün, bald das Blau; allein immer ist es im ersten Moment, wo sie zu erscheinen beginnen, daß die

auf den Platten erhaltenen Farben sich am meisten den der entsprechenden Theile des Lichtspectrums nähern.

Ich habe eine große Anzahl von Platten zubereitet und viele Versuche angestellt, muß aber sagen, daß es sehr schwierig ist ohne einiges Probiren die weißliche Schicht zu treffen, welche alle Nüancen des Lichtspectrums wiedergiebt. Ich hoffe, nach Anstellung anderer Versuche, eine sicherere Darstellungsweise angeben zu können, als die vorstehenden sind, um sogleich und auf einem Schlag eine Platte zu erhalten, welche ein sehr schönes photographisches Farbenbild giebt. (Siehe die Note S. 86.) Uebrigens lassen sich aus dem bisher erlangten Resultate nachstehende Folgerungen ziehen. Wenn die durch Eintauchung der Platte im Chlorwasser erzeugte empfindliche Schicht nicht sehr dick ist und eine weißliche oder rosenrothe Farbe hat, sind die Nüancen des photographischen Bildes ziemlich schön. Läßt man die Platten 15 bis 30 Sekunden und selbst länger in der Flüssigkeit verweilen, so werden sie rasch vom Spectrum ergriffen, allein das entstandene Bild hat eine allgemeine grünliche oder bläuliche Farbe, die, indem sie sich mit den Farbtönen mischt, diese vollständig verstecken kann. Ich muß hinzufügen, daß das Maximum der Wirkung sich in dem Gelb befindet (also am Orte des Maximums der Lichtstärke) oder vielmehr gegen das Roth hinaufrückt. Die Farbe, welche in den nach den vorstehenden Methoden erhaltenen Bildern am wenigsten hervortritt, ist das Gelb. Man kann indeß photographische Bilder erlangen, die es mit großer Deutlichkeit geben. Dazu genügt es, eine wohl zubereitete Platte unter ein dunkelrothes Glas oder besser unter eine Combination von einem rothen und kobaltblauen Glase (welche Combination nur das äußerste Roth des Spectrums giebt) zu legen und mehrere Stunden lang vom Tageslicht bestrahlen zu lassen; projecirt man dann ein Sonnenspectrum auf dieselbe, so malen sich Orange, Gelb, Grün und Blau klar und deutlich in den Theilen, welche denselben Farben des Spectrums entsprechen. Hiebei nimmt das äußerste Roth eine sehr dunkle

Purpurfarbe an, die sich über das sichtbare Roth hinaus fortsetzt.

Das folgende Resultat scheint mir gleichfalls unter physikalischem Gesichtspunkt merkwürdig genug, um hier erwähnt zu werden. Die meisten der wie vorhin gesagt zubereiteten Platten färben sich, nach Ablauf einer mehr oder weniger beträchtlichen Zeit, violett im weissen Licht; allein eine Platte, auf welcher die empfindliche Schicht eine dem Newton'schen Roth zweiter Ordnung entsprechende Dicke besaß, zeigte die sonderbare Erscheinung, daß sie unter dem Einfluß des weissen Lichts einen helleren, aber mit dem Grunde der Platte gleichgefärbten Eindruck annahm.

Es giebt ein anderes Mittel, mit Sicherheit eine Platte zuzubereiten, die im weissen Licht einen positiven Eindruck annimmt; es besteht darin, daß man sie, statt in Chlorwasser, in eine Lösung von Kupferchlorid taucht. (Zur Darstellung dieser Lösung löst man 100 Grm. schwefelsaures Kupferoxyd und 300 Grm. Kochsalz in 1 Liter Wasser auf.) Die Platte nimmt sogleich ein weisliches Violett an, und nachdem sie gewaschen und getrocknet ist, giebt sie rasch im weissen Lichte ein weisses, und im Spectrum ein farbiges photographisches Bild ¹⁾).

Ich will noch den folgenden Versuch anführen, welcher sehr leicht zu wiederholen ist und welcher zeigt, daß eine chemisch eindrucksfähige Substanz eine Farbe annimmt, die

- 1) Seit der Veröffentlichung dieser Notiz habe ich meine Versuche fortgesetzt und bin dahin gelangt, beständig sehr schöne photographische Bilder zu erzeugen, indem ich die empfindlichen Schichten dadurch bereitete, daß ich plattirte Silberplatten in verdünnter Chlorwassersäure als positiven Pol einer Säule anwandte. Zu demselben Resultat gelangt man, wenn man die Platten bloß in die erwähnte, aber in gewissem Verhältnisse verdünnte Lösung von Kupferchlorid taucht. Ich will der Abhandlung nicht vorgreifen, welche ich späterhin veröffentlichen werde und in welcher man alle bisher von mir beobachteten Thatsachen auseinandergesetzt findet, so wie auch den Vergleich der Farben photographischer Bilder mit denen der entsprechenden Theile des Lichtspectrums. Allein ich muß sagen, daß, wenn man von den oben angegebenen Resultaten ausgehen will, um Bilder mit ihren Farben in der *Camera obscura* zu erlangen, man sich immer leiten lassen muß von den Farbeindrücken des

an die des darauf einfallenden Lichtes erinnert. Taucht man eine wohl polirte Silberplatte in die oben erwähnte Auflösung von Kupferchlorid, verdünnt mit 2 Vol. Wasser und 1 Vol. Salzwasser, so nimmt dieselbe bald eine dunkelviolette Farbe an. Legt man, nachdem sie getrocknet ist, einen colorirten Kupferstich auf dieselbe, so daß die Zeichnung mit der präparirten Fläche in Berührung steht, und setzt das Ganze 24 Stunden und länger dem Tageslicht aus, so wirkt das Licht durch das Papier hin auf die Platte und man findet auf dieser eine Abbildung des Kupferstichs, in welcher gewisse Farben mit ähnlichen Farben wiedererscheinen. Allein man erhält hiedurch nicht alle Farben, und überdiess sind sie nicht sehr lebhaft; man muß die Platte unter einer gewissen Neigung betrachten, um den Effect wahrzunehmen. Alle diese photographischen Bilder erlangen Glanz, wenn man sie mit irgend einem Firnis überzieht.

Hiernach sieht man, daß die auf Silberplatten erhaltene Wirkung viel merkwürdiger ist, als wenn man gefälltes weißes und schwach bestrahltes Chlorid anwendet. Denn statt röthlicher und bläulicher Farben, die im letzteren Fall alleinig sichtbar sind, kann man auf Metallplatten alle Farben des Spectrums erhalten, die den Farben der darauf einfallenden Strahlen entsprechen.

Ich glaube, daß die durch directe Einwirkung des Chlors auf der Oberfläche des metallischen Silbers gebildete Verbindung ein eigenthümliches Chlorid ist, vielleicht violettes Subchlorid oder ein Gemenge von Chlorid und Subchlorid. Bestärkt in dieser Ansicht sehe ich mich dadurch, daß eine so zubereitete Fläche, ein oder zwei Stunden lang in Ammoniakgas gebracht, eine weißliche Farbe annimmt und alsdann vom Spectrum erst jenseits des Violett

Spectrums; denn je nach den Präparaten beobachtet man jenseits des Violett und Roth, außer den Gränzen des Lichtspectrums, besondere Farbenwirkungen, welche die Darstellung dieser Bilder auffallend stören könnten. Mit Hülfe von Schirmen verschiedenartiger Natur kann man die Strahlen absorbiren, die diese Reactionen erzeugen,

verändert wird, wie das weisse Chlorid. Es erfolgt hierbei dieselbe Umwandlung, wie wenn man das Subchlorid mit Ammoniak behandelt, wobei es zerlegt wird, in Chlorid, das sich löst, und in metallisches Silber, das zurückbleibt.

Der prismatisch gefärbte Eindruck auf den Silberplatten scheint sich im Dunklen halten zu müssen; allein er verändert sich im Lichte und bisjetzt habe ich kein Mittel auffinden können, ihm Haltbarkeit zu geben. Ammoniak, unterschwefligsaures Natron und alle Lösemittel des Chlorids zerstören ihn, und hinterlassen auf der Oberfläche der Platte nur eine Spur metallischen Silbers von gleichförmiger Farbe. Die geringe Dauerhaftigkeit der Farben und die Schwäche des Lichteindrucks zeigen, daß man bisjetzt nicht daran denken kann, sich dieser Substanz in der *Camera obscura* zur Aufertigung von Bildern mit den natürlichen Farben zu bedienen; allein dieser Note zufolge begreift man, daß die Lösung dieser Aufgabe möglich sey.

Ich muß hier bemerken, daß das Chlorid, welches mittelst directen Angriffs des Silbers durch Chlor oder Chloride gebildet worden, das einzige ist, welches bisher die Eigenschaft gezeigt hat, die Farben des Sonnenspectrums wieder zu geben. Das unter gleichen Umständen erzeugte Bromid gab mir kein befriedigendes Resultat, obwohl das Brom, wie das Chlor, sich zum Silber nicht so verhält wie das Jod, und wahrscheinlich nur ein Subbromid bildet, analog dem Subchlorid, welches, wie ich vermurthe, auf die Metallplatte abgesetzt wird. Uebrigens werde ich in der künftigen Abhandlung hierauf zurückkommen.

Wie ist nun die wahrhaft erstaunliche Thatsache eines photographischen Abdrucks des Sonnenspectrums mit ähnlichen Farben wie die seinigen zu erklären? Ich weiß es nicht, und wenn es ein Zufall ist, der macht, daß die oben beschriebene Verbindung mehrere chemische Reactionen unter dem Einfluß des Spectrums erleidet, so ist es wirklich außerordentlich, daß ein Verein von solchen Zufällen statt hat, daß das prismatische Roth eine rothe Farbe, das Gelb

eine gelbe, das Grün eine grüne, das Blau eine blaue, und, in einigen Fällen, das Weiß eine weiße giebt! Könnte es nicht seyn, daß das Licht, wenn es anfängt auf gewisse Substanzen chemisch einzuwirken, seine eigene Farbe diesen Substanzen einprägte und erst darauf die späteren chemischen Veränderungen diesen ersten Effect modificirten. Die Coïncidenzen, die man bei Pflanzenfarben beobachtet, unterstützen diese Vermuthung. In der That die grüne Substanz der Pflanzen wird erzeugt unter dem Einfluß gelber und grüner Strahlen, und da überdies, wie aus den Versuchen des Hrn. Herschel hervorgeht, die Pflanzenfarben im Allgemeinen vorzüglich durch diejenigen Strahlen zerstört werden, deren Farbe die complementäre von den ihrigen ist, so ist es möglich, daß die Strahlen, welche diese Pflanzenfarben hervorrufen, wenn dieselben vom Lichte erzeugt werden, ihnen ihre eigene Farbe einprägen. Ich spreche jedoch diese Vermuthung nur mit vielem Rückhalt aus, da sich hier ohne Erfahrung nichts behaupten läßt.

VI. *Ueber die Formen und einige optische Eigenschaften der Magnesium-Platin-Cyanüre;*
von W. Haidinger.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus dem ersten Hefte des Jahrganges 1849 der Sitzungsberichte d. K. Acad. der Wissenschaften zu Wien.)

Hr. Prof. Schrötter hatte eben einige schöne Krystalle der Verbindungen von Cyan-Platin mit Cyan-Basen in seinem Laboratorio dargestellt, und dabei zweierlei Krystalle von dem Magnesium-Platin-Cyanür erhalten, die sich auffallend durch ihre Körperfarbe sowohl als durch die Art der metallischen Oberflächenfarben unterscheiden.

Die eine davon hatte ich an Krystallen untersucht, die ich Hrn. Prof. Redtenbacher verdanke, und zwar schon

am 4. Mai 1846¹⁾ beschrieben. Ihre außerordentliche Schönheit und die Merkwürdigkeit ihrer Farbenvertheilung bilden den glänzenden Anfangspunkt einer Reihe von Untersuchungen, die sich immer ausdehnt, und aus der ich schon mehrmals der hochverehrten Classe einzelne Abschnitte vorzulegen die Ehre hatte. Nur einige der beschriebenen Eigenschaften mögen hier kürzlich erwähnt werden.

Ihre Form gehört dem pyramidalen Systeme an. Die Krystalle sind quadratische Prismen in Combination mit einer diagonal gestellten Pyramide von $126^{\circ} 21'$ an der Axenkannte und $79^{\circ} 18'$ an der Base.

Ihre Durchsichtigkeitsfarbe ist schön karminroth. Durch die dichroskopische Loupe wird jedoch die Farbe bei dünnen Krystallen deutlich getheilt. Der in der Richtung der Axe polarisirte Ton ist mehr karmesinroth, während der senkrecht auf die Axe polarisirte durch den Gegensatz weniger bläulich erscheint.

Sie zeigen einen senkrecht auf die Axe polarisirten metallisch-grünen prachtvollen Flächenschiller auf den Seitenflächen der Prismen. Auf den Basen, so wie auf den Seitenflächen gleichzeitig mit dem Grün, aber ganz unabhängig davon, endlich auch mit einem Polirstahle geglättet, erscheint ein herrliches Lasurblau in allen Azimuten senkrecht auf der Einfallsebene polarisirt.

Hr. Dr. Quadrat hatte diese Krystalle in Hrn. Prof. Redtenbacher's Laboratorio zuerst dargestellt und für ihr Mischungsverhältniß die Formel Cy, Pt, Mg_6 angenommen.

In einer Mittheilung vom 16. Februar 1847 bemerkt Redtenbacher: „Sättigt man den Platincyanwasserstoff mit einer Base, so entstehen Salze von viel einfacherer Formel $= PtCy + CyM$ (M bedeutet die Base). Daraus folgt, daß die früher untersuchten Salze des Hrn. Qua-

1) Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaft in Wien I, S. 3. Naturwissenschaftliche Abhandlungen I, S. 148. (Ann. Bd. 68, S. 302.)

drat, Cy_{11} , Pt_3 , M_6 so zu schreiben sind $= 5(PtCy + MCy) + CyM$ ferner: „Das beiliegende Uhrglas mit den rothgrünen Krystallen ist das neue einfach zusammengesetzte Magnesiasalz $= PtCy + MgCy$. Die daran vorkommenden Farben sind analog denen des zusammengesetzteren Magnesiasalzes $= 5(PtCy + MgCy) + MgCy$, welches ich Ihnen vor einem Jahre schickte, doch ist darin (in dem neuen Salze) viel weniger Blau, daher das Roth mehr Gelb hervortreten läßt. Es wird mich sehr interessiren, Ihre optischen Bemerkungen über diese Salze zu hören“.

Als ich die Krystalle untersuchte, fand ich jedoch gar keinen optischen Unterschied von dem früher untersuchten Salze, den nämlichen orientirten grünen Flächenschiller, die nämliche allgemeine lasurblaue Oberflächenfarbe, so wie auch die ganz gleiche aus dem Karminrothen in dünnen Krystallen in das Karmesinrothe sich neigende Körperfarbe, die also allerdings einen bläulichen Ton zeigte. Dieser Widerspruch des Ergebnisses meiner eigenen Untersuchung mit der Angabe eines so anerkannt trefflichen Forschers und genauen Beobachters, wie Redtenbacher, war mir damals sehr kränkend, ich wufste keine Ursache aufzusuchen, der er zugeschrieben werden konnte. Aber um desto fester blieb mir die Thatsache selbst im Gedächtnisse.

Vor acht Tagen lud mich Hr. Prof. Schrötter ein, die von ihm dargestellten Platin-Cyanüre, die eben krystallisirten, zu besehen, und darunter auch zwei Magnesium-Platin-Cyanüre, wovon das eine gar nicht den grünen, sondern einen herrlichen blauen Lichtschein als Oberflächenfarbe zurückwarf. Nun erinnerte ich mich wieder der Angabe Redtenbachers, und verglich dann neuerdings die oben mitgetheilte Stelle seines Briefes. Die Untersuchung des von Hrn. Prof. Schrötter freundlichst mitgetheilten Salzes stellt nun gänzlich die Verschiedenheit auch in optischer Beziehung her, die zuerst scheinbar nicht stattgefunden hatte.

Hrn. Prof. Schrötter's neues Salz bildet garbenförmige Büschel ganz kleiner nadelförmiger Krystalle. Bei ge-

nauer Betrachtung weichen sie auch in der Form von dem pyramidalen Salze ab. Eine Messung, die ich anstellte, gab, obwohl wegen der überaus kleinen Krystalle, die keine deutlichen Spiegelbilder mehr geben, nicht ganz zuverlässig für den Querschnitt des sechsseitigen Prismas, welches sie zeigen, zwei Winkel von $127^{\circ} 40'$ und vier Winkel von $116^{\circ} 10'$. Die Combination kann also betrachtet werden als ein Prisma $\propto 0 = 127^{\circ} 40'$ mit der kurzen Diagonale oder Längsfläche $\propto \bar{D}$. Der größeren Einfachheit wegen ist das orthotype System angenommen, weil die in der Richtung der Axe in der That vorkommenden glatten Begränzungsflächen doch der Kleinheit der Krystalle wegen nicht hinlänglich studirt werden konnten. Möglich, daß die Krystallform in das augitische Krystallsystem gehört.

Die Körperfarbe der Krystalle ist ein hohes Morgenroth, sehr ähnlich der Farbe des bekannten krystallisirten chromsauren Bleies, das Pulver ist noch etwas heller, an Orange gelb gränzend, aber allerdings ganz ohne Neigung in das Blaue. Auch wenn man die Krystalle im durchfallenden Lichte durch die dichroskopische Loupe untersucht, zeigen beide Bilder vollkommen gleich, keine Spur von blauem Ton, eine Bemerkung, die namentlich mit Redtenbacher's Angabe übereinstimmt.

Ausgezeichnet schön ist dagegen das hohe Lasurblau der Oberfläche, welches die Seitenflächen des sechsseitigen Prismas zurückwerfen, und das wie bei dem Baryum-Platin-Cyanür senkrecht gegen die Axe der Prismen polarisirt ist. Es erscheint auch auf dem mit dem Polirstahle zusammengedrückten Pulver, aber dann sieht man es in jedem Azimut senkrecht auf der Einfallsebene polarisirt.

An den feinen Krystallbüscheln des morgenrothen Salzes mit dem blauen Lichtschein, welche ich von Hrn. Prof. Schrötter erhielt, bemerkte ich indessen noch eine Eigenthümlichkeit, die wohl bezeichnet zu werden verdient. Es waren zwischen den sechsseitigen Nadeln die dicken vierseitigen Prismen des karminrothen Salzes hin und wie-

der eingewachsen, die durch ihren grasgrünen Metallschiller lebhaft aus den andern herausblitzten. Aber wenn man den blauen Oberflächenschiller im untern extraordinären Bilde an manchen der Krystallnadeln aufsuchte, fand sich hin und wieder ebenfalls ein grüner metallischer Schiller, der gleichfalls senkrecht auf die Axe der Prismen orientirt war, und zwar erschien er dann auf sämtlichen sechs Flächen des Prismas. Die sechseitigen, morgenrothen, blauschillernden Krystalle waren also auf allen Flächen mit einer Haut von karminrothen, grünschillernden überzogen, und zwar bei vollkommenem Axenparallelismus. Man kann diese Erscheinung nur einer Pseudomorphose zuschreiben, einer Umbildung im Innern der Krystalltheilchen selbst, die ja hier bei den zwei Species ohnedieß so sehr genähert sind.

Es sey mir erlaubt, Herrn Prof. Schrötter auf das angelegentlichste einzuladen, seine Arbeiten über diese schönen Verbindungen ja in einem größeren Maafstabe, als man dergleichen gern in chemischen Laboratorien zu unternehmen gewohnt ist, auszudehnen. Wenn auch Hr. Prof. Redtenbacher und Hr. Dr. Quadrat den Anfang machten, die dem schönen Kalium-Platin-Cyanüre Gmelin's analogen Verbindung weiter zu verfolgen, und bei dem weiten Felde, das für Entdeckungen in der Chemie offen ist, ein Chemiker nicht absichtlich gerade das — ich möchte sagen — Ehrenrevier des andern auszubeuten vorzieht, so sollte doch hier eine andere Betrachtung vorwalten. Es gilt nebst den chemischen Beziehungen auch den physikalischen und mathematischen Eigenschaften, besonders den Beziehungen so auffallender und prachtvoller optischer Verhältnisse unter einander und zu den Krystallformen. Hier erscheinen eine Menge gleichartiger Mischungsverhältnisse, man kann eine Anzahl *isomorpher* Krystallspecies erwarten, aber sie sind noch nicht vollständig beschrieben. Man kann eine große Anzahl Krystalle erwarten, mit orientirtem Flächenschiller, aber auch mit beständigen, in jedem Azimut senkrecht auf der Einfallsebene polarisirten Oberflächenfarben. Sie sind noch zu untersuchen. Sie

versprechen aber den Anfang zu einer Aneinanderreihung *isoptrischer* Verbindungen eben so wie sie *isomorphe* sind, die sich späterhin auch über jene Species verbreiten werden, woran die einzelnen Eigenschaften nicht so durch glänzende Farbenverhältnisse anreizend sind, als gerade bei diesen Verbindungen. Mit der *Isomorphie*, der Analogie der Formen bei gleichen Mischungsverhältnissen muß die *Isoptrik*, die Analogie der optischen Verhältnisse bei isomorphen Krystallen gleichen Schritt halten.

VII. Ueber den Antigorit; von W. Haidinger.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus dem dritten Hefte der Sitzungsberichte der K. Acad. d. Wissenschaften.)

Die Quelle sämmtlicher in den mineralogischen Werken enthaltener Angaben über den Antigorit ist die Abhandlung Hrn. Eduard Schweizer's ¹⁾, dem Hr. David Friedrich Wiser in Zürich das Material zur chemischen Analyse aus seiner schönen Sammlung mitgetheilt hat. Hr. Wiser hatte selbst die mineralogische Charakteristik entworfen, die Löthrohrversuche angestellt, die Nachrichten des Bauers, von dem er das fünf Zoll lange, zwei Zoll und zwei Linien dicke Stück erkaufte, über das Vorkommen im Antigoriothale, mitgetheilt, und Hr. Schweizer hatte die chemische Analyse vollendet. Nach den Angaben, welche daselbst verzeichnet sind, betrachtete ich den Antigorit als ein dünnstiefes Mineral, dessen Mischung der des Serpentin so sehr genähert ist, der Ansicht des Verfassers und aller Mineralogen beipflichtend, und stellte ihn in die Ordnung der Steatite ²⁾. Hrn. Wiser's zuvorkommende Güte, der, von Hrn. v. Morlot veranlaßt, durch Hrn.

1) Pogg. Ann. Bd. 49, S. 595.

2) Handb. S. 516.

Werdmüller von Elgg mir eine Platte des merkwürdigen Minerals freundlichst übersandte, verdanke ich die Gelegenheit, einige Eigenschaften desselben näher prüfen zu können, die in mehr als einer Beziehung nicht ohne Wichtigkeit sind.

Ich war gerade mit der Frage beschäftigt, wie man es anfangen sollte, künstlich ein dem natürlich vorkommenden Dichroismus ähnliches Verhältniß hervorzubringen. Fresnel hatte durch Druck in amorphem Glase wahre doppelte Strahlenbrechung hervorgebracht. Gewiß findet eine große Verschiedenheit der Spannung in der Richtung der Glimmer- oder Chloritblättchen und senkrecht darauf in den Krystallen derselben Statt, und sie sind von Dichroismus begleitet. Es konnte bei der großen Leichtigkeit, mit der der schiefrige Bruch am Antigorit erhalten wird, wenn man es auch nicht eigentlich Theilbarkeit nennen kann, weil die erhaltenen Flächen kein deutliches Bild der Gegenstände zurückwerfen, doch leicht die Frage entstehen, ob das Verhältniß eines höheren Grades von Durchsichtigkeit in der Richtung der Schiefer, und eines geringern senkrecht auf denselben nicht auch hier Statt fände, wobei an der Stelle der Krystallisation nur die eigenthümliche schiefrige Structur wirken würde, bei der doch die Theilchen in der Richtung der Blätter anders als senkrecht auf denselben verbunden seyn müssen. Die Untersuchung des Antigories auf den Dichroismus kann also nicht als ganz unbegründet bezeichnet werden, obwohl er nicht als ein krystallisirter Körper erschien.

Das Resultat der Untersuchung war aber vollkommen befriedigend; bei der gewöhnlichen Stellung der dichroskopischen Loupe, und einer horizontalen Stellung der Antigoritplatten, so daß die Schieferfläche horizontal war, erschien das obere Bild *O* dunkel lauchgrün, das untere Bild *E* deutlich heller, und mit einer Neigung in das Leberbraune. Es sind diess genau die Farben der Chlorite, nur daß diese reiner ausfallen. Man kann den erwähnten Dichroismus sehr leicht an zufällig vorkommenden scharfwink-

ligen Ecksplintern beobachten, besonders, wenn man sie gegen einen dunklen Grund hält, und das Helle durch sie wie durch ein Prisma hindurch gebrochen, betrachtet. Der *Antigorit* ist also *dichromatisch*.

Es war nun sehr natürlich weiter zu forschen. Eine Antigoritplatte erscheint wegen des splittrigen Bruches an der Oberfläche nur wenig vollkommen durchscheinend. Wird sie befeuchtet, so nimmt der Durchsichtigkeitsgrad zu. Eine Platte auf beiden Seiten mit Schmirgel auf einer Glasplatte fein abgeschliffen, auf Leder mit Eisenoxyd polirt, und dann mit Canadabalsam zwischen zwei Glasplatten eingeschlossen, war aber so durchsichtig wie Krystall (auch Wiser sagt: „in ganz dünnen Blättchen durchsichtig“), wenn auch natürlich mit grüner Farbe. Ich betrachtete nun Flächen polarisirten Lichtes durch diese Platten. Die gelben Polarisationsbüschel wurden deutlich mit doppelter Winkelgeschwindigkeit bei Azimutaldrehungen der Platte herumgeführt. Der Antigorit erschien also als ein *regelmäßig krystallisirter Körper*, und zwar, nicht als ein einaxiger, sondern als ein zweiaxiger. Es gelang bald durch die Lage der Büschel die Richtung der Elasticitätsaxen in den Platten zu bestimmen, wobei angenommen wurde, daß die dritte dieser Axen senkrecht auf der Ebene der Platten steht.

Nun fehlte aber noch die Nachweisung der Axen. Mit den einaxigen Krystallen der Chlorite u. s. w. verglichen, mit deren Dichroismus die Farbentöne des Antigorits übereinstimmen, hätte sich durch die Platte ein schwarzes Kreuz mit den Farbenringen zeigen müssen. Es war sehr schwierig, eine deutliche Beobachtung zu machen. Die Farbe des Minerals ist so dunkel, daß man in dem gewöhnlichen Polarisations-Instrumente wegen zu geringer Lichtstärke fast gar nichts sah. Die Ringe selbst waren aber bei der Dünne der Platte schon so groß, daß man sie in einer Turmalinzange nicht mehr übersehen konnte. Am besten gelang es, nach der Analogie der letztern, wenn man an der Vorderseite und an der Rückseite der Antigoritplatte die

die gekreuzten Turmalinplatten anklebte. Stimmt die Polarisations Ebenen mit den Ebenen der Elasticitätsaxen überein, so gewahrte man allerdings etwas wie ein Kreuz, aber ein Balken schien breiter als der senkrecht darauf stehende, dabei waren die vier hellen Winkelräume sehr weit entfernt, und erforderten eine starke Neigung, um auch nur bemerkt zu werden. Auch erschienen sie paarweise einander mehr genähert, und lagen so gewissermaßen in den Winkeln eines länglichen Rechteckes. Es war nicht möglich, eine Messung zu machen. Wurden aber die Polarisations-Ebenen der zwei Platten mit der Ebene der Elasticitätsaxen unter 45° gekreuzt, so erschienen sehr deutlich die dunkeln mit den Scheiteln gegeneinander liegenden Hyperbeln, welche durch die optischen Axen gehen. Auch der erste der farbigen Ringe wurde gesehen, aber weit außerhalb der Hyperbel-Scheitel, nicht so wie etwa beim Salpeter oder Aragon, wo man so leicht die innern Ringe zunächst jedem der beiden Systeme sieht, bis sie sich, durch Lemniscaten umgeben, vereinigen. Hier war selbst für den ersten Ring noch keine eingebogene Lemniscate gebildet, wenn auch der Querdurchmesser kürzer erschien, als der Längendurchmesser durch die beiden optischen Axen. Eine ungefähre Schätzung gab den ersteren etwa 45° , den letzteren etwa 75° . Der scheinbare Winkel der optischen Axen war etwa 35° . Die Schätzungen beruhten auf der Vergleichung der Entfernung des Auges von der Fenster-tafel, auf welcher die zu schätzenden Bilder projicirt erscheinen. Der Brechungsexponent des Antigorits, sowie der verwandten Krystalle ist noch unbekannt; nimmt man die nicht unwahrscheinliche Zahl 1,550 an, welche für Körper dieser Art wohl ein mittleres Verhältniß darstellt, so würde der Winkel, den die optischen Axen im Krystall einschließen $= 22^\circ 22'$ seyn, oder etwa 22 Grad, da es nicht um Minuten zu thun seyn kann, wo das Ganze nur auf Schätzung beruht.

So unvollkommen diese Beobachtungen auch sind, was zum Theil wohl in der Natur der Sache gegründet ist, so

habe ich doch geglaubt, sie jetzt schon mittheilen zu sollen, um der Aufmerksamkeit der Mineralogen und Optiker diesen merkwürdigen Körper zu empfehlen, aber auch um das freundliche Zutrauen des hochverehrten Gebers nicht zu lange hinzuhalten, ohne den Erfolg der Untersuchung zu berichten. Es ist aber der langsame Fortschritt von Untersuchungen der unvermeidliche. Jeder aufmerksame Beobachter wird gerne zugeben, daß von der ersten Wahrnehmung bis zur vollen Sicherstellung an mancher Thatsache fortgesetzte Aufmerksamkeit unter mancherlei Verhältnissen nothwendig gewesen ist. Auch beim Antigorit wird sich später noch Manches genauer erörtern lassen.

Die erste Platte Antigorit, welche ich erhielt, war ziemlich dunkel lauchgrün gefärbt, geradschiefrig, mit einem ausgezeichnet feinsplittrigen Bruch, die zarten Splitter zum Theil in blumenartigen Zeichnungen, einigermaßen an die Eisblumen an gefrorenen Fensterscheiben erinnernd. Die Localität derselben, das Antigoriothal nördlich von Domo d'Ossola in Piemont. Die Platten sollen dort bis zu einem Fufs lang gefunden werden. Später sandte Hr. D. Wiser noch zwei andere Varietäten von derselben Species, die mit dem gewöhnlichen Antigorit und gemeinem Asbest zusammen vorkommen, und zwar, nach den Angaben der Finder, am Albern-Berg (*Mont-Albrun*) vier Stunden von Unterwasser, auf der Gränze zwischen Oberwallis und Piemont. Die eine Varietät erscheint in dünnen hell lauchgrünen, wellenförmig krummschiefrigen Platten, die so wie der geradschiefrige Antigorit selbst etwas elastisch sind. Sie sind viel weniger durchscheinend. Auch die andere Varietät ist etwas weniger durchscheinend; diese ist zugleich etwas mehr grobschiefrig, und durch Querklüfte in mehr rechteckige Stücke zerspalten. Beide zeigen deutlich den oben beschriebenen Dichroismus. Hr. Wiser fand gleiche Reaction vor dem Löthrobre an sämtlichen Varietäten.

Das Auffinden wahrer krystallinischer Structur an einem *schiefrig* scheinenden Minerale, das man beinahe mehr geneigt seyn konnte als Gebirgsart zu betrachten, als daß



man es der Reihe der einfachen Mineralien beizählen sollte, ist an und für sich sehr überraschend, wenn es auch durch das Bestehen einer festen Mischungsformel $(\text{Mg}^2, \text{Fe}^2) \text{Si} + \frac{1}{2} \text{H}$, oder $(\text{Mg}^2, \text{Fe}^2) \text{Si}^2 + \text{Mg H}$ bedeutend unterstützt und begreiflich gemacht wird. Aber das noch so wenig krystallinische Ansehen macht wieder auf den Umstand aufmerksam, daß der Fortschritt der Krystallisation selbst in diesem Falle ein höchst langsamer und allmähiger ist. Sowie aus der schiefrigen Structur sich die gleichartigen Theilchen in der festen chemischen Verbindung aneinander schliessen, ebenso nehmen sie auch die geregelte Lage gegen einander an, welche sich in der Wirkung auf das Licht als wahre Krystallisation zu erkennen giebt. Während in so vielen anderen Fällen sich einzelne Krystallindividen aus einer umgebenden einfachen, zusammengesetzten oder gemengten Grundmasse ausscheiden, nimmt hier augenscheinlich die Grundmasse selbst allmähig die Krystallstructur an.

VIII. *Ueber die specifische Wärme des Kaliums und über die Siedpunkte der Kohlensäure und des Stickstoffoxyduls unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre; von Hrn. V. Regnault.*

(Compt. rend. T. XXVIII. p. 325.)

Dulong und Petit haben entdeckt, daß zwischen den specifischen Wärmen der einfachen Körper und deren chemischen Aequivalenten das merkwürdige Gesetz besteht, daß die specifischen Wärmen der einfachen Körper sich umgekehrt wie deren Atomgewichte verhalten. Unter der kleinen Zahl numerischer Resultate, welche diese berühmten Physiker zur Stütze ihres Gesetzes gaben, finden sich mehre, die mit den von ihnen angenommenen Atomgewichten die-

sem Gesetze genügen; allein diese Atomgewichte waren, wie sich in der Folge gezeigt hat, gänzlich unrichtig. Die offenen Anomalien, welche das Dulong-Petit'sche Gesetz darbot, haben die Chemiker lange abgehalten sich denselben zur Fetsetzung der Aequivalente der Körper zu bedienen. Vielmehr konnten sie dieselben auf sichere Weise nur durch rein chemische Betrachtungen bestimmen. In meiner Abhandlung über die specifische Wärme einfacher Körper habe ich gezeigt ¹⁾, daß die im Dulong-Petit'schen Gesetz erkannten Anomalien von den sehr unrichtigen Werthen herrühren, die diese Physiker für die specifische Wärme mehrer dieser Körper fanden; allein ich erkannte zugleich, daß dieß Gesetz nicht den von ihnen vorausgesetzten Grad von Strenge besitzt, sondern nur ein angenähertes ist. Dieß rührt davon her, daß die Wärmecapacität der Körper, wie wir sie durch unsere Versuche bestimmen, mehre andere Elemente enthält, die man noch nicht davon zu sondern vermocht hat. Dabin gehören die latente Ausdehnungswärme und ein Theil der latenten Schmelzwärme, welche die Körper allmählig absorbiren, in dem Maasse als sie erweichen, oft lange vor der Temperatur, welche man als ihren Schmelzpunkt betrachtet. Die Berichtigungen, welche die numerischen Werthe der Aequivalente seit einiger Zeit erlitten, haben im Allgemeinen die in meiner ersten Abhandlung bezeichneten Abweichungen verringert.

Defsungeachtet finden sich unter der großen Zahl von einfachen Körpern, deren specifische Wärmen ich bestimmen konnte, drei, die nur dann zu dem Gesetz passen, wenn man die insgemein von den Chemikern angenommenen Aequivalente ändert, nämlich: *Uran*, *Silber* und *Kohle*.

Das *Uran* zeigte eine unerklärliche Anomalie, die mich veranlaßte, die Chemiker zu neuen Versuchen über diesen Gegenstand aufzufordern. Die schönen Versuche des Hrn. Peligot zeigten kurz nachher, daß die bis dahin für metallisches Uran gehaltene Substanz nur ein Oxyd ist,

1) *Annal. de chim. et de phys. Ser. II. T. LXXIII.* (Ann. Bd. 51, S. 44 u. 213.)

und es gelang diesem geschickten Chemiker das wahre Metall zu isoliren.

Was das Silber betrifft, so gab das Gesetz der specifischen Wärmen für dieses Metall ein halb so großes Aequivalent, als es bisher allgemein von den Chemikern angenommen worden war. Die Formel für das Silberoxyd mußte also nicht mehr AgO geschrieben werden, sondern Ag_2O ; es wurde also der des Kupferoxyduls Cu_2O und des Quecksilberoxyduls Hg_2O ähnlich. Ich gab die Gründe an, welche die Chemiker zur Annahme dieses neuen Silber-Aequivalents bewegen mußten, nämlich die unzweifelhafte Isomorphie des Schwefelsilbers mit dem Schwefelkupfer Cu_2S , welches es in allen Verhältnissen in gewissen krystallisirten Mineralien ersetzt; die Analogie des Chlorsilbers mit dem Chlorkupfer Cu_2Cl , und den Umstand, daß man nie ein Silbersalz antrifft, das mit einem entsprechenden Salze eines Oxyds von der Formel RO isomorph wäre. Diese Gründe scheinen mir so überzeugend, daß ich nicht zweifle, die Chemiker werden bald dasjenige Silber-Aequivalent annehmen, welches sich aus der specifischen Wärme dieses Metalls ergibt.

Die isolirte Kohle existirt in mehreren Zuständen und zeigt darin verschiedene physische Eigenschaften. Ich habe nachgewiesen, daß diesen verschiedenen Zuständen sehr verschiedene specifische Wärmen entsprechen ¹⁾. Es mußte entschieden werden, in welchem Zustande die Kohle ihre chemischen Verbindungen eingehe, denn dieser ist es offenbar, dessen specifische Wärme sich auf sein Aequivalent bezieht. Es ist natürlich zu glauben, es sey diejenige Modification, in welcher die Kohle am aufgelockertsten ist. Nun entspricht, wie ich gefunden, die Wärmecapacität der Kohle, die aus der Zersetzung organischer Substanzen durch Hitze entspringt, dem Aequivalent 150 d. h. dem doppelten der Zahl 75, welche von den meisten Chemikern angenommen wird. Ich sprach die Gründe aus, die der Rich-

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. III. T. I. p. 204.* (Ann. Bd. 53, S. 261.)

tigkeit dieses neuen Aequivalents der Kohle eine große Wahrscheinlichkeit geben. Unter diesen Gründen ist einer, der mir entscheidend zu seyn scheint. Wir kennen bisjetzt eine sehr bedeutende Menge Substanzen organischen Ursprungs, deren Zusammensetzung mit Sicherheit bestimmt ist. Ihre Formeln zeigen *alle* die Merkwürdigkeit, *dass die Zahl der Aequivalente der Kohle darin eine gerade ist.* Diese Thatsache ist aber ganz natürlich, wenn das von den Chemikern angenommene Aequivalent die Hälfte des wahren ist. Nur zwei Verbindungen der Kohle machen eine Ausnahme; es sind die, welche früher zur Bestimmung des Aequivalents dieses Körpers dienten, nämlich das Kohlenoxyd und die Kohlensäure. Allein wir haben keinen Grund, die Formel des Kohlenoxyds eher CO als C_2O_2 zu schreiben. Was die Kohlensäure betrifft, so schreiben die Chemiker ihre Formel CO_2 , weil sie als neutrale Carbonate diejenigen betrachten, welche am häufigsten vorkommen, wie die Carbonate von Kalk, Baryt u. s. w.; dagegen betrachten sie als Bicarbonate die alkalischen Carbonate, welche doppelt so viel Kohlensäure enthalten. Die Anomalie bei der Kohlensäure verschwindet aber, wenn man die letzteren Salze als neutrale Salze betrachtet, wie es mehrere Chemiker bis auf den heutigen Tag gethan haben. Diejenigen Carbonate, welche eine Proportion Kohlensäure weniger enthalten, werden demnach basische- oder Sub-Carbonate seyn.

Zwischen den specifischen Wärmen der zusammengesetzten Körper existirt ein analoges Gesetz, wie das eben erwähnte für die einfachen Körper, und es bestätigt sich innerhalb derselben Gränzen ¹⁾. Dieß Gesetz lautet folgendermaßen: *Die specifischen Wärmen der zusammengesetzten Körper, welche gleiche chemische Formeln darbieten, stehen im umgekehrten Verhältnisse der Aequivalente derselben.* Meine Versuche zeigen indess, daß wenn dieß

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. III. T. I. p. 199.* (Ann. Bd. 53. S. 256.)

Gesetz allgemein seyn soll, einige der von den Chemikern angenommenen Aequivalente modificirt werden müssen.

Die Silberverbindungen, deren Formeln, wenn man das Silberoxyd als AgO annimmt, ähnlich sind denen der entsprechenden Verbindungen der Oxyde RO , machen beständig eine Ausnahme von dem Gesetz. Schreibt man aber das Silberoxyd Ag_2O , so findet man, daß die Silberoxydsalze, verglichen mit den Salzen der Oxydule Cu_2O , Hg_2O , welche dann analoge Formeln haben, dem Gesetz der specifischen Wärmen genügen; eben so verhält es sich mit den binären Verbindungen. Die specifischen Wärmen der Silberverbindungen führen also, wie die des metallischen Silbers, ebenfalls zu dem Schluß, daß man für das Silber ein halb so großes Aequivalent annehmen muß, wie das bisher von den Chemikern gebrauchte.

Meine Versuche haben noch eine andere Thatsache dargethan, die Beachtung verdient. Insgemein nimmt man für Kali und Natron die Formeln KO und NaO an. Die Formeln dieser Basen sind dann analog denen des Baryts, des Kalks, der Bittererde, der Oxydule des Eisens, Bleis u. s. w. Nimmt man diese Formeln für die alkalischen Oxyde an, so machen die specifischen Wärmen ihrer Salze und die der binären Verbindungen der Alkali-Metalle eine Ausnahme von dem Gesetz der specifischen Wärmen. Schreibt man aber die Formeln der alkalischen Oxyde K_2O , Na_2O , so verschwindet die Anomalie. Dann werden diese Basen isomorph mit dem Kupferoxydul Cu_2O , dem Quecksilberoxydul Hg_2O und dem Silberoxyd, vorausgesetzt, daß man es Ag_2O schreibe. In meiner Abhandlung über die specifischen Wärmen der zusammengesetzten Körper entwickelte ich die Gründe, welche die Chemiker veranlassen müssen diese Aenderung anzunehmen. Folgendes sind die vornehmlichsten: Man kennt kein alkalisches Salz, welches isomorph wäre mit einem entsprechenden Salz eines Oxydes RO , und niemals ersetzen die alkalischen Oxyde ein Oxyd von der Form RO in unbestimmten Verhältnissen. Zwar bedienen die Mineralogen sich oft dieser Stellvertre-

tungen, weil sie die Aufstellung ihrer Formel erleichtern, allein dieß ist eine willkürliche Hypothese, die schon bei mehreren Mineralen verlassen ist, seit man ihre Zusammensetzung genauer kennt. Endlich besitzt, nach Hrn. Mitscherlich, das schwefelsaure Silberoxyd dieselbe Krystallform wie das wasserfreie schwefelsaure Natron.

Um diese Festsetzung der Aequivalente der Alkali-Metalle zu vervollständigen, war es sehr wünschenswerth, die specifische Wärme des isolirten Kaliums zu bestimmen. Ich versuchte es zu wiederholten Malen, stieß aber dabei auf große Hindernisse. Es hält schwer, Kalium im Zustande der Reinheit zu erhalten und es, ohne daß es sich verändert, an der Luft zu handhaben. Ueberdies kann man seine specifische Wärme nicht über 0° bestimmen, weil es sonst erweicht und einen beträchtlichen Antheil seiner latenten Schmelzwärme einschließt. Auf eine genäherte Weise ist es mir gelungen, die specifische Wärme des Kaliums zu bestimmen, indem ich es in starrer Kohlensäure erkaltete und zu bestimmen suchte, welche Temperatur-Erniedrigung es in einer gewissen Menge Naphtha hervorbrachte, die in einem kleinen Calorimeter enthalten war. Indem ich einen ganz ähnlichen Versuch mit einem bekannten Gewicht Blei anstellte, konnte ich das Verhältniß zwischen den specifischen Wärmen des Kaliums und des Bleis, unter gleichen Temperatur-Umständen betrachtet, bestimmen.

Drei Versuche gaben für dieß Verhältniß folgende Werthe:

5,83, 5,77, 5,40.

Die beiden ersten Werthe sind zu groß, weil ich bei meinen zwei ersten Versuchen nicht vermeiden konnte, daß die Kaliummasse eine geringe, an ihrer Oberfläche haftende, Menge starrer Kohlensäure mit sich führte, und dieß eine etwas zu starke Temperatur-Erniedrigung bewirkte.

Das umgekehrte Verhältniß der von den Chemikern angenommenen Atomgewichte ist aber

$$\frac{1294,5}{490,0} = 2,64,$$

d. h. sehr nahe die Hälfte des Gewichts der in meinen Versuchen gefundenen specifischen Wärmen. Nimmt man dagegen das von mir vorgeschlagene Aequivalent des Kaliums an, so wird dieß Verhältniß

$$\frac{1294,5}{245,0} = 5,29,$$

welches sehr wenig abweicht von dem beim dritten, dem zuverlässigsten, Versuch gefundenen Verhältniß der specifischen Wärmen.

Die specifische Wärme des Kaliums führt also zu dem Schluß, zu welchem wir schon durch die specifischen Wärmen der Verbindungen dieses Metalls geführt wurden, nämlich, *daß das Aequivalent des Kaliums verdoppelt werden müsse und die Formeln der alkalischen Oxyde zu schreiben seyen: R₂ O.*

Durch einige directe Versuche habe ich zu beweisen gesucht, daß die von mir bei der Bestimmung der specifischen Wärme des Kaliums befolgte Methode nur sehr geringe Unsicherheit darbieten kann. Zu dem Ende habe ich sie auf die Untersuchung der specifischen Wärme zweier Körper angewandt, deren Wärme-Leitungsfähigkeit viel geringer ist als die des Kaliums; es sind *Phosphor* und *Eis*. Der Versuch wurde wie beim Kalium angestellt, nur war die Naphtha im Calorimeter durch Wasser ersetzt. Angenommen für die specifische Wärme des Bleis zwischen — 78° und 0° dieselbe Zahl 0,0314, welche ich für dieses Metall zwischen 0° und 100° gefunden habe (eine Annahme, die sich nicht sehr von der Wahrheit entfernen kann), fand ich für die specifische Wärme des *Phosphors*:

Zwischen — 78° und + 10° C. . . 0,1740

Hr. Person fand zw. — 21° und + 7° . . . 0,1788

Ich selbst fand zw. + 10° und + 30° ¹⁾ . . 0,1887.

1) Also bei Temperaturen, bei denen der Phosphor sich schon bedeutend erweicht.

Man sieht, die von mir für den Phosphor in diesen niederen Temperaturen gefundene specifische Wärme ist eine solche, wie man sie bei Voraussetzung einer Abnahme der Wärmecapacität dieses Körpers mit der Temperatur *a priori* vermuthet haben würde.

Was das *Eis* betrifft, so fand ich in meinem Versuche die specifische Wärme desselben

zwischen -78° und 0° . . . 0,474.

Die übereinstimmenden Versuche des Hrn. Person und des Hrn. Desains gaben, zwischen -20° und 0° , die Zahl 0,504, d. h. eine etwas gröfsere als die meinige. Diefs mufs so seyn, weil die in meinem Versuch bestimmte specifische Wärme sich auf weit niedrigere Temperaturen bezieht.

Siedpunkt der Kohlensäure.

Zwei Mal habe ich die Temperatur bestimmt, welche ein Luftthermometer anzeigt, wenn sein Behälter mit starrer Kohlensäure umhüllt ist, die frei an der Luft verdampft.

Der erste Versuch, im Laboratorio des Hrn. Dumas angestellt, gab $-77^{\circ},92$ C. bei $767^{\text{mm}},3$ Barometerstand.

Später machte ich mehrere Bestimmungen mit flüssiger Kohlensäure, die ich für meine Versuche über die specifische Wärme des Kaliums von Hrn. Deleuil hatte darstellen lassen. Das Luftthermometer war so eingerichtet, dafs man es mit atmosphärischer Luft oder anderen Gasen unter verschiedenem Druck füllen konnte. Es hatte eine ähnliche Einrichtung wie die Gasthermometer, die ich in meiner Abhandlung über das Maafs der Temperaturen beschrieben habe ¹⁾, war aber viel kleiner.

Ich gebe hier die Elemente dieser Bestimmungen, wobei ich hinsichtlich der Erklärung der Zeichen auf die erwähnte Abhandlung verweise:

1) *Mémoires de l'acad. des Sciences. T. XXI.*

	In schmelzendem Eisc.	In starrer Kohlensäure. I.	II.	Im Teige aus Koh- lensäure u. Aether.
H_0	775,13	774,80	774,62	774,46
h_0	+ 375,34	+ 52,71	+ 51,52	+ 51,34
$(H_0 + h_0)$	1150,47	327,51	326,14	825,80
$\left(\frac{v}{V}\right)_0$	0,01549	0,01614	0,01663	0,01546
T		— 77°,75	— 78°,16	— 78°,26 C.

Angenommen ward, dafs die Ausdehnung der atmosphärischen Luft zwischen 0° und — 80° C. dieselbe sey wie zwischen 0° und + 100° d. h. = 0,003665.

Bei dem ersten Versuch (Spalte II der Tafel) machte ich die Beobachtungen erst eine Viertelstunde nach dem Moment, wo der Behälter vollständig mit starrer Kohlensäure umhüllt war; ich wollte wissen, bis zu welchem Punkt die Temperatur stationär bliebe. Allein man mußte hiedurch eine etwas zu hohe Temperatur aufzeichnen. Diefs rührt davon her, dafs sich ringsum den Behälter bald eine kleine Gashülle bildet, welche den Contact der Wände mit der starren Kohlensäure verhindert; diese erwärmen sich dann durch die Wärme, welche ihnen der Thermometerstiel durch Leitung zuführt. Bei der zweiten Bestimmung wurde die Kohlensäure abermals eingestampft (*tassé*), neue hinzugefügt und das Temperatur-Minimum beobachtet. Dieses muß als das wahre betrachtet werden. Man sieht, es ist ein wenig höher als die Temperatur — 79° C., welche Herr Pouillet vor mehreren Jahren beobachtet hat.

Die letzte Bestimmung, in dem Teige aus Kohlensäure und Aether gemacht, giebt nahe dieselbe Zahl wie der zweite Versuch mit bloßer Kohlensäure. Die stärkeren Kältewirkungen dieses Teiges sind also nicht einer gröfseren Temperatur-Erniedrigung zuzuschreiben, sondern alleinig der besseren Leitungsfähigkeit.

Siedpunkt des Stickstoffoxyduls.

Hr. Dumas hatte die Gefälligkeit eine grofse Menge flüssigen Stickstoffoxyduls mit dem Natterer'schen, von

Hrn. Bianchi vervollkommenen Apparat, welcher der *Sorbonne* gehört, für mich darstellen zu lassen. Ich konnte drei Bestimmungen hinter einander machen, wobei jedesmal mehr als 30 Cubikcentm. der Flüssigkeit in einer Röhre gesammelt wurden. Ich beabsichtigte bei diesen Versuchen nicht allein den Siedpunkt des Stickstoffoxyduls unter gewöhnlichem Druck der Atmosphäre zu bestimmen, sondern auch bei diesen tiefen Temperaturen die Ausdehnbarkeit der atmosphärischen Luft, unter verschiedenem Druck, mit der des Wasserstoffgases zu vergleichen. Die Versuche konnten mit großer Genauigkeit angestellt werden, weil der Siedpunkt des Stickstoffoxyduls *absolut constant* ist; man konnte für jede dieser Bestimmungen die Niveau-Unterschiede der Quecksilbersäulen mehrmals messen. Wegen dieser constanten Temperatur, welche das Stickstoffoxydul durch seine Verdampfung an freier Luft darbietet, leistet es den Physikern große Dienste; es bietet ihnen einen neuen, in der Thermometerscale sehr tief liegenden Festpunkt. Indess verändert sich dieser Punkt mit dem Barometerdruck, unter welchem die Verdampfung geschieht, und daher ist es wichtig, diese Veränderungen mit Genauigkeit zu bestimmen. Ich hoffe mit gütiger Unterstützung des Hrn. Dumas dahin zu gelangen.

Hier gebe ich die erhaltenen Resultate. Das Thermometer war ungefähr unter dem Druck der Atmosphäre mit Luft gefüllt.

	In schmelzendem Eise.	In flüssigem Stick- stoffoxyduls.
H_0	759,05	758,29
h_0	+ 83,61	— 182,98
$H_0 + h_0$	842,66	
$H_0 - h_0$		575,31
$\left(\frac{v}{V}\right)_0$	0,01592	0,01635.

Angenommen $\alpha = 0,03665$ findet man $T = - 87^{\circ},904$ C.

Das Thermometer war unter starkem Druck mit Luft gefüllt.

	In schmelzendem Eise.	In flüssigem Stick- stoffoxydule.
H_0	757,38	758,01
h_0	+ 1256,68	614,06
$H_0 + h_0$	2014,06	1372,07
$\left(\frac{v}{V}\right)_0$	0,01525	0,01638.

Mit Annahme von $\alpha = 0,03665$ hätte man für die Temperatur $-88^{\circ},15$ C. Allein der Ausdehnungscoefficient ist bei verdichteter Luft bedeutender als bei Luft unter atmosphärischem Druck. Man muß den Calcul umgekehrt machen, d. h. $T = -87^{\circ},904$ nehmen, wie es der erste Versuch gab, und daraus α' ableiten. So findet man:

$$\alpha' = 0,0036754.$$

Das Thermometer mit Wasserstoffgas gefüllt.

	In schmelzendem Eise.	In flüssigem Stick- stoffoxydule.
H_0	755,84	756,20
h_0	+ 132,04	- 148,44
$H_0 + h_0$	887,38	
$H_0 - h_0$		607,76
$\left(\frac{v}{V}\right)_0$	0,01538	0,01496.

Nähme man an $\alpha'' = 0,003665$, so fände man $T = -87^{\circ},47$ C.; allein bei diesen tiefen Temperaturen ist der Ausdehnungscoefficient des Wasserstoffs gewiß schwächer als der der Luft. Man muß also annehmen $T = -78^{\circ},904$, und damit aus meinem Versuche den Werth von α'' herleiten. So findet man $\alpha'' = 0,0036467$.

Die Ausdehnungscoefficienten des Wasserstoffgases und der Luft bei verschiedenen Zuständen von Dichtigkeit, bieten Verhältnisse dar, die, nach den von mir bei diesen Gasen zwischen 0° und 100° angestellten Versuchen, vorausgesehen werden konnten.

IX. Ueber die quantitative Bestimmung des Antimons von Heinrich Rose.

Wenn in einer sehr verdünnten Flüssigkeit das Antimon seiner Menge nach bestimmt werden soll, so darf man sie nicht durch Abdampfen concentriren, wenn sie Chlorwasserstoffsäure enthält, wie dieß fast immer der Fall ist. Es entweicht mit den Dämpfen der Chlorwasserstoffsäure auch Antimonchlorid, doch besonders erst, wenn die Flüssigkeit bei zu starker Hitze concentrirt wird. Die Verflüchtigung des Antimons kann nicht durch einen Zusatz von Schwefelsäure verhindert werden, wohl aber ziemlich durch Salpetersäure.

Aus seinen Auflösungen wird das Antimon, es mag als antimonichte Säure oder als Antimonsäure in einer Flüssigkeit enthalten seyn, bekanntlich am besten durch Schwefelwasserstoffgas gefällt. Das erhaltene Schwefelantimon muß aber noch ferner untersucht werden, da es von verschiedener Zusammensetzung seyn kann.

Dieß geschieht, indem man in einer gewogenen gut getrockneten Menge desselben entweder die Menge des Antimons durch Behandlung des Schwefelmetalls mit Wasserstoffgas, oder die Menge des Schwefels bestimmt.

Die Reduction des Schwefelantimons mittelst des Wasserstoffgases ist mit Unannehmlichkeiten und mit einem geringen Verluste von Antimon verbunden. Es bildet sich hierbei immer eine geringe Menge von Antimonwasserstoffgas, aus welchem zwar, wenn die Röhre, durch welche dasselbe strömt, an einer Stelle bis zum Glühen erhitzt wird, das Antimon reducirt werden kann, wobei aber viele Vorsicht erfordert wird.

Ich habe schon früher bemerkt, daß die Reduction des Schwefelantimons in einem Porcellantiegel bewerkstelligt werden kann, zu welchem das Wasserstoffgas durch ein

kleines Porcellanrohr geführt wird ¹⁾). Es ist dieses Verfahren bei weitem leichter auszuführen, als die Reduction in einer Kugelhöhre.

Die Bestimmung des Schwefels im Schwefelantimon geschieht gewöhnlich auf die Weise, daß man eine gewogene Menge des getrockneten Schwefelmetalls durch Königswasser oder durch Chlorwasserstoffsäure mit einem Zusatz von chlorsaurem Kali oxydirt, und den abgeschiedenen Schwefel so wie die entstandene Schwefelsäure als schwefelsaure Baryterde bestimmt.

Eine andere Methode den Schwefel in den höheren Schwefelverbindungen des Antimons zu bestimmen, ist folgende: Man behandelt eine gewogene Menge des Schwefelantimons mit Chlorwasserstoffsäure. Es wird dadurch immer nur das der antimonichten Säure analog zusammengesetzte Antimonchlorid (Sb Cl^3) gebildet, und die demselben entsprechende Menge des Schwefels entweicht als Schwefelwasserstoffgas. Der übrige Schwefel scheidet sich aus. Er nimmt bei längerer Digestion mit heifser, sehr concentrirter Chlorwasserstoffsäure eine rein gelbe Farbe an. Man filtrirt denselben auf einem gewogenen Filtrum, süßt ihn zuerst mit Wasser aus, zu welchem man Chlorwasserstoffsäure und Weinsteinsäure gesetzt hat, und endlich mit reinem Wasser. Aus dem Gewichte dieses Schwefels kann man die Menge des Schwefelantimons berechnen.

Diese Methode ist besonders bei der Untersuchung der Schwefelsalze, welche das höchste Schwefelantimon (Sb S^5) mit alkalischen und andern basischen Schwefelmetallen, bildet, anzuwenden. Man behandelt eine gewogene Menge derselben unmittelbar so lange mit starker Chlorwasserstoffsäure, bis der abgeschiedene Schwefel von gelber Farbe ist. Man kann dann immer auch die Menge des Antimons in der vom Schwefel abfiltrirten Flüssigkeit, in welcher es als antimonichte Säure enthalten ist, finden. Diefes geschieht am besten auf die sogleich weiter unten zu beschreibende Weise durch eine Goldauflösung, nur muß

1) Pogg. Ann. Bd. 71, S. 303.

in diesem Falle der ausgeschiedene Schwefel nur mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure, nicht mit Weinsteinssäure ausgewaschen worden seyn.

6,927 Grm. des bekannten Schwefelsalzes von Schwefelantimon mit Schwefelnatrium (Schlippe'sches Salz, $3\text{NaS} + \text{SbS}^3 + 18\text{H}$) mit starker Chlorwasserstoffsäure behandelt, hinterließen 0,449 Grm. Schwefel. Der Berechnung nach hätten 0,455 Grm. erhalten werden sollen.

Es ist nothwendig zur Zersetzung des Salzes eine möglichst starke Chlorwasserstoffsäure anzuwenden, sonst nimmt, besonders wenn man bedeutende Mengen zur Untersuchung angewandt hat, der ausgeschiedene Schwefel eine röthliche Farbe an, von welcher er schwer durch fernere Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure zu befreien ist.

10,049 Grm. des Schlippe'schen Salzes gaben bei einem andern Versuche 0,677 Grm. Schwefel von etwas röthlicher Farbe, der auch beim Verbrennen etwas Schwefelantimon hinterliefs. Der Berechnung nach hätten nur 0,660 Grm. Schwefel erhalten werden sollen.

Bestimmung der antimonichten Säure durch Goldauflösung.

Ist das Antimon in einer Flüssigkeit als antimonichte Säure (Sb) enthalten, so kann man dasselbe auf eine ähnliche Weise, wie die arsenichte Säure vermittelt einer Goldauflösung bestimmen ¹⁾. Es erfordert indessen die Bestimmung der antimonichten Säure mehr Vorsichtsmafsregeln als die der arsenichten Säure. Man wendet ebenfalls nicht eine reine Auflösung von Goldchlorid an, sondern eine von Natrium- oder von Ammoniumgoldchlorid. Die antimonichte Säure mufs in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst seyn und mufs einen sehr bedeutenden Ueberschufs von dieser Säure enthalten. Nachdem die Flüssigkeiten mit einander gemischt sind, läfst man das Ganze mehrere Tage hindurch an einem gelinde erwärmten Orte stehen. Wenn die

1) Pogg. Annal. Bd. 76, S. 539.

die Chlorwasserstoffsäure nicht in sehr großer Menge vorhanden ist, so scheidet sich neben dem reducirten Golde auch Antimonsäure aus, und ist diese einmal ausgeschieden, so kann man sie sehr schwer, selbst durch große Mengen von Chlorwasserstoffsäure auflösen. Man muß daher der Ausscheidung derselben durch eine sehr große Menge von vorher hinzugesetzter Chlorwasserstoffsäure zuvorkommen. Nach mehreren Tagen filtrirt man das reducirte Gold, läßt aber die abfiltrirte, das Uebermaafs von Goldchlorid enthaltende Flüssigkeit wieder einige Tage stehen, um zu sehen, ob sich nicht noch kleine Mengen von Gold abscheiden. Zum Aussüßungswasser setzt man etwas Chlorwasserstoffsäure. Das reducirte Gold wird nach dem Glühen gewogen.

Sollte sich aber mit dem Golde Antimonsäure ausgeschieden haben, was sehr leicht der Fall seyn kann, besonders wenn diese Methode der Bestimmung der antimontanen Säure zum ersten Male unternommen wird, so wird sie mit dem Golde filtrirt. Nach dem Trocknen schmelzt man das Gold mit dem verbrannten Filtrum unter einer Decke von salpetersaurem und kohlsaurem Alkali sehr vorsichtig in einem kleinen hessischen Tiegel bei einer so starken Hitze, daß das Gold zu einem Regulus zusammenfließen kann. Nach dem Erkalten wird der Tiegel zer schlagen, der Regulus von der Schlackendecke befreit und gewogen. — Es ist gut in jedem Falle, auch wenn man keine Ausscheidung von Antimonsäure bemerkt haben sollte, das geglühte und gewogene Gold auf diese Weise zu behandeln, um zu sehen, ob es dadurch an Gewicht abnimmt.

Aus 6,927 Grm. des Schlippe'schen Salzes, aus dessen Auflösung in Chlorwasserstoffsäure sich 0,449 Grm. Schwefel ausgeschieden hatten, wurden 1,729 Grm. Gold erhalten. Diefes ist bedeutend weniger, als der Rechnung nach hätte erhalten werden sollen, denn diese giebt 1,856 Grm. Gold. Um aber den Schwefel rein zu erhalten, war

die Verbindung mit sehr starker Chlorwasserstoffsäure anhaltend gekocht worden, wodurch wohl Antimonchlorid sich verflüchtigt haben konnte.

Bei andern Versuchen wurden deshalb auch genauere Resultate erhalten.

3,805 Grm. Schwefelantimon (Sb S^3) in Chlorwasserstoffsäure gelöst, gaben 2,983 Grm. Gold. Es hätten nur 2,845 Grm. erhalten werden sollen. Aber jene Menge enthielt etwas Antimonsäure, und nach dem Schmelzen mit salpetersaurem und kohlensaurem Alkali wurde nahe die richtige Menge von Gold erhalten.

5,050 Grm. Schwefelantimon (Sb S^3) in Chlorwasserstoffsäure gelöst, gaben reducirtes Gold, gemengt mit sehr vieler Antimonsäure, weil bei der Auflösung viel zu wenig Chlorwasserstoffsäure angewandt wurde. Beim Schmelzen des Goldes mit Alkali, Kochsalz und Borax wurde ein rothes Glas, das Gold enthielt, und nur 3,615 Grm. Gold erhalten. Diefs ist weniger als man der Rechnung nach erhalten sollte, nach welcher die Menge des Goldes 3,776 Grm. beträgt. Das Glas hatte aber Gold aufgenommen, was immer der Fall zu seyn scheint, wenn beim Schmelzen Borax angewandt wird.

Trennung des Antimons vom Zinn.

Ich habe schon vor einiger Zeit eine Trennung beider Metalle vorgeschlagen ¹⁾, die darin bestand, das Antimon als antimonsaures Natron durch Wasser von der Auflösung des Zinns in Natronhydrat zu scheiden. Diese Methode giebt indessen nicht ganz genaue Resultate, weil das antimonsaure Natron nicht vollkommen unlöslich im Wasser ist; auch läuft das Wasser, wenn man dieses Salz auswaschen will, nachdem die Auflösung des zinnsauren Natrons abfiltrirt worden ist, opalisirend durchs Filtrum, was man nur dadurch einigermaßen verhindern kann, dafs man zum Waschwasser etwas kohlensaures Natron setzt.

Man erhält genauere Resultate, wenn man zur Tren-

1) Pogg. Ann. Bd. 71, S. 301.

nung des antimonsauren Natrons vom zinnsauren Natron verdünnten Weingeist anwendet.

Man verfährt bei der Trennung der Metalle folgendermaßen: Die Legirung wird, so weit es angeht, zerkleinert und in einem großen Becherglase vorsichtig mit starker aber reiner Salpetersäure (vom spec. Gewicht 1,4) übergossen. Nachdem die heftige Oxydation stattgefunden hat, wird bei gelinder Hitze die überschüssige Säure verjagt, und die entstandenen Oxyde bis zur Trockniss abgedampft. Dann werden sie zuerst sehr schwach geglüht, und darauf in einem Silbertiegel mit einem bedeutenden Ueberschufs von reinem Natronhydrat geschmolzen und einige Zeit im glühenden Fluß erhalten. Die erkaltete Masse wird in Wasser aufgeweicht; der Tiegel wird darauf mit Wasser vollständig gereinigt, und Alles in ein großes Becherglas gespült. In diesem läßt man das schwerlösliche antimonsaure Natron sich setzen; das zinnsaure Natron, dessen Säure von der Modification des Zinnoxys *a* ist, ist vollständig im Wasser aufgelöst.

Man setzt darauf zu der wäßrigen Flüssigkeit so viel Alkohol vom spec. Gewicht 0,83, dafs das Verhältniß des Volumens desselben zu dem des angewandten Wassers wie 1 zu 3 wird. Man mengt Alles gut durch einander, und läßt es sich gut absetzen. In dem verdünnten Weingeist bleibt das zinnsaure Natron aufgelöst, während andererseits das antimonsaure Natron sich vollständig absetzt. Auch das kohlensaure Natron, das sich während des Schmelzens gebildet hatte, wird wie das überschüssige Natronhydrat vom verdünnten Weingeist aufgelöst. Die Flüssigkeit ist vollständig klar, und läßt sich gut filtriren; das antimonsaure Natron muß darauf mit stärkerem Weingeist (aus gleichen Volumen von Wasser und Alkohol von 0,83 spec. Gewicht bestehend) und zuletzt mit noch stärkerem Weingeist (aus 3 Vol. Alkohol von der genannten Stärke und einem Vol. Wasser) so lange ausgestüßt werden, bis etwas von der abfiltrirten Flüssigkeit, mit etwas verdünnter Schwefelsäure sauer gemacht und mit Schwefelwasserstoffwasser

versetzt, nach längerem Stehen keinen gelblichen Niederschlag von Schwefelzinn mehr fallen läßt. Es ist gut, in dem verdünnten Weingeist, der zum Auswaschen dient, eine sehr kleine Menge von kohlensaurem Natron aufzulösen.

Der Weingeist muß aber genau von der angegebenen Stärke angewandt werden. Nimmt man schwächeren Weingeist, so würde sich neben dem zinnsauren auch etwas antimonsaures Natron auflösen. Es ist dies namentlich der Fall, wenn man zum Auswaschen des antimonsauren Natrons einen schwachen Weingeist anwendet; derselbe muß sogar stärker seyn, als der, in welchem das zinnsaure Natron gelöst ist. — Wendet man aber einen stärkeren Weingeist an, so daß der größte Theil des während des Schmelzens gebildeten kohlensauren Natrons ungelöst bleibt, so bleibt mit demselben auch bedeutend viel zinnsaures Natron ungelöst, so daß man dadurch oft einen Verlust von 8 bis 9 Proc. erhalten kann. Es ist deshalb nothwendig, genau so zu verfahren, wie so eben angeführt wurde.

Die alkalische Auflösung des zinnsauren Natrons wird längere Zeit einer gelinden Hitze ausgesetzt, um den größten Theil des Weingeistes zu verjagen; dann wird sie mit Wasser verdünnt, mit verdünnter Schwefelsäure übersättigt und durch Schwefelwasserstoffgas das Zinn als Schwefelzinn gefällt, das in Zinnoxid verwandelt wird.

Das antimonsaure Natron wird so behandelt, wie ich dies an einem andern Orte bei der Trennung des Arsens vom Antimon auseinander gesetzt habe ¹⁾.

Hr. Weber behandelte auf diese Weise:

0,7165 Grm. Antimon	=	57,85 Proc.
0,5220 - Zinn	=	42,15 -
<u>1,2385</u>		<u>100,00.</u>

Es wurden erhalten:

0,729 Grm. Antimon	=	58,86 Proc.
0,496 - Zinn	=	40,04 -
<u>1,225</u>		<u>98,90.</u>

1) Pogg. Ann. Bd. 76, S. 555.

Ein unangenehmer Umstand bei der Ausführung dieser Methode ist die Anwendung des Silbertiegels, welche nicht zu umgehen ist. Bisweilen wird dadurch das gefällte Schwefelzinn mit einer sehr geringen Menge von schwarzem Schwefelsilber verunreinigt.

Trennung des Antimons vom Zinn und Arsenik.

Sind die drei Metalle im regulinischen Zustande mit einander verbunden, so müssen sie zuerst oxydirt werden. Diefß geschieht durch starke aber reine Salpetersäure auf die Weise, wie es von mir früher bei der Trennung des Arseniks vom Zinn gezeigt worden ist ¹⁾. Nimmt man zur Oxydation nicht eine sehr starke Salpetersäure, so ist gewöhnlich die oxydirte Masse etwas grau durch noch nicht oxydirtes Metallpulver. Die oxydirte Masse wird im Wasserbade zur Trockniß abgedampft, darauf in einen Silbertiegel geschüttet, das an den Wänden des Gefäßes Haftende wird, mit einer verdünnten Auflösung von Natronhydrat in den Silbertiegel gespült, das Ganze in demselben im Wasserbade zur Trockniß gebracht und dann mit der achtfachen Menge vom festen Natronhydrat geschmolzen. Die erkaltete Masse wird so lange mit heißem Wasser aufgeweicht, bis das Ungelöste ein fein zertheiltes Pulver bildet, die erhaltene Flüssigkeit erst mit Wasser verdünnt, und darauf so viel Alkohol vom spec. Gewicht 0,83 hinzugefügt, daß das Volumenverhältniß desselben zum Wasser wie 1 : 3 ist. Unter öfterem Umrühren läßt man das Ganze 24 Stunden hindurch stehen, filtrirt darauf den Niederschlag, spült das Glas mit wäsrigem Alkohol aus, und wäscht den Niederschlag des antimonsauren Natrons genau so aus, wie es oben bei der Trennung des Antimons vom Zinn angeführt worden ist.

Das antimonsaure Natron wird in einer Mischung von Chlorwasserstoffsäure und Weinsäure aufgelöst, und die Lösung so behandelt, wie ich es früher beschrieben habe.

1) Pogg. Ann. Bd. 76, S. 548.

Aus der vom antimon-sauren Natron abfiltrirten Flüssigkeit ist es nicht nöthig den Alkohol durchs Erhitzen zu verjagen. Man übersättigt sie mit Chlorwasserstoffsäure, wodurch ein sehr voluminöser Niederschlag von arsenik-saurem Zinnoxyd entsteht. Ohne denselben aufzulösen, leitet man durch die Flüssigkeit lange und anhaltend Schwefelwasserstoffgas, wodurch der weißse Niederschlag sich in einen ganz dunkelbraunen, der aus Schwefelzinn und Schwefelarsenik besteht, verwandelt. Man läßt dann das Ganze so lange stehen, bis es fast nicht mehr nach Schwefelwasserstoff riecht, und filtrirt darauf den Niederschlag auf einem gewogenen Filtrum. Die getrennte Flüssigkeit wird längere Zeit erhitzt, wodurch der etwa noch vorhandene Schwefelwasserstoff und der größte Theil des Alkohols sich verflüchtigt, darauf wird sie mit einer Auflösung von schweflichter Säure und sodann noch einmal mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, wodurch gewöhnlich noch eine geringe Menge von Schwefelarsenik fällt. Es ist gewöhnlich die Behandlung mit schweflichter Säure nicht nöthig, wenn man unmittelbar zu der von den Schwefelmetallen getrennten Flüssigkeit noch einmal Schwefelwasserstoffgas leitet. Die geringe Menge des Schwefelarseniks, die in diesen Fällen niedergeschlagen wird, ist immer frei von jeder Spur von Schwefelzinn; sie wird deshalb nicht zu den Schwefelmetallen auf dem gewogenen Filtrum hinzugefügt.

Die Schwefelmetalle werden bei 100° C. getrocknet, und dann eine gewogene Menge davon nach einer von mir früher beschriebenen Methode mit Schwefelwasserstoffgas behandelt ¹⁾. Das rückständige Schwefelzinn wird in Zinnoxyd verwandelt. Das sublimirte Schwefelarsenik wird in Arseniksäure verwandelt. Die kleine Menge des Schwefelarseniks, welche später erhalten worden ist, wird ebenfalls durch Chlorwasserstoffsäure und chloresaures Kali zu Arseniksäure oxydirt und zu der gröfseren Menge gesetzt. Man fällt darauf die Arseniksäure als arseniksaure Ammo-

1) Pogg. Ann. Bd. 76, S. 545.

niak - Magnesia, und berechnet aus derselben die Menge des Arseniks.

Hr. Weber hat auf diese Weise eine Legirung vom Zinn, Antimon und Arsenik, die durchs Zusammenschmelzen der Metalle unter Fett erhalten worden war, untersucht. 2,975 Grm. derselben gaben 1,085 Grm. Schwefelantimon, die 0,644 Grm. metallisches Antimon oder 21,65 Proc. lieferten.

Das Gewicht des Schwefelzinns und des Schwefelarseniks betrug 3,993 Grm. Es wurden daraus 2,365 Grm. Zinn oxyd, was 62,52 Proc. Zinn entspricht, und 1,208 Grm. $Mg^2 As + NH^4 + H$, in denen 15,90 Proc. Arsenik enthalten sind, dargestellt.

Die erhaltenen Bestandtheile waren bei der Prüfung als vollkommen rein befunden worden. Da nun das erhaltene Résultat der Analyse war:

Zinn	62,52
Antimon	21,65
Arsenik	15,90
	<hr/> 100,07,

so hat die Untersuchung keinen Verlust gegeben. Das Resultat derselben war also ein genaues.

Hat man die drei Metalle im oxydirten Zustande, so werden sie unmittelbar mit Natronhydrat im Silbertiegel behandelt.

Trennung der antimonichten Säure von der Antimon-säure.

Es kann, wenn beide Säuren des Antimons in einer Auflösung enthalten sind, die Bestimmung auf die Weise geschehen, dafs man in einem Theile derselben, die ganze Menge des Antimons bestimmt, in einem andern hingegen die Menge der antimonichten Säure nach Hinzufügung einer Goldauflösung durch Reduction des Goldes findet. Diese Methode kann aber nur dann ein genaues Resultat geben, wenn in der Auflösung aufser den Säuren des Antimons

nur Chlorwasserstoffsäure und allenfalls auch Schwefelsäure zugegen sind, nicht aber, wie dies häufig der Fall ist, Salpetersäure.

Die Goldauflösung ist auch ein gutes Mittel, um die Gegenwart der antimonichten Säure bei Anwesenheit von größeren Mengen von Antimonsäure zu finden. Es ist dies sonst oft mit Schwierigkeiten verbunden, besonders wenn beide im geglühten Zustand vorhanden sind. Denn es verliert die antimonichte Säure, wenn sie in Verbindung mit Antimonsäure ist, ihre Flüchtigkeit und leichte Auflöslichkeit in Chlorwasserstoffsäure.

Dies ist namentlich bei der Verbindung beider Säuren der Fall, die Berzelius in früheren Zeiten antimonichte Säure genannt, und für eine eigenthümliche Säure gehalten hat. Sie wird bekanntlich durchs Glühen der Antimonsäure erhalten, wobei diese Sauerstoff verliert. In der letzten (fünften) Auflage seines Lehrbuchs der Chemie hat Berzelius die sehr wahrscheinliche Ansicht aufgestellt, daß diese geglühte Antimonsäure eine Verbindung von antimonichter Säure (Antimonoxyd) und Antimonsäure sey ($\ddot{S}b$ oder $\ddot{S}b + \ddot{S}b$) und daß daher der alte Name für diese Verbindung wegfallen, und auf die Oxydationsstufe übertragen werden müsse, die man Antimonoxyd genannt hat. Man hat letztern Namen für die Fälle beibehalten, wenn die antimonichte Säure als Base betrachtet wird, wie z. B. in dieser ihrer Verbindung mit der Antimonsäure.

Da diese Verbindung von Chlorwasserstoffsäure und von andern Säuren, selbst beim Erhitzen, nur wenig angegriffen wird, so ist es in der That nicht leicht, die Gegenwart der niedrigen Oxydationsstufe des Antimons darin nachzuweisen. Schmelzt man aber die Verbindung im Silbertiegel mit Kalihydrat, so löst sich nach dem Erkalten die geschmolzene Masse vollständig im Wasser auf. Hat das Schmelzen nur kurze Zeit gedauert, so reducirt die alkalische Auflösung, mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt, nach einiger Zeit durchs Erhitzen Gold aus einer Goldchlo-

ridauflösung. Ist aber das Schmelzen mit Kalihydrat sehr lange beim Zutritt der Luft fortgesetzt worden, so ist dadurch alle antimonichte Säure zu Antimonsäure oxydirt worden, und die Auflösung der geschmolzenen Masse kann dann nach Uebersättigung mit Chlorwasserstoffsäure kein Gold mehr reduciren.

Ein empfindlicheres Reagens für die Gegenwart der antimonichten Säure als das Goldchlorid, ist die Auflösung des salpetersauren Silberoxyds.

Setzt man zu einer Auflösung der antimonichten Säure in Chlorwasserstoffsäure, oder zu der des Antimonchlorids, zu welcher man Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt hat, um die Fällung durch Wasser zu verhindern, eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, so entsteht ein dicker weißer Niederschlag, von welchem Ammoniak das Chlorsilber auflöst, und die antimonichte Säure ungelöst zurückläßt. — Fügt man indessen zu einer Auflösung der antimonichten Säure in Kalihydrat eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd hinzu, so erhält man einen tief schwarzen Niederschlag. Derselbe ist in Ammoniak nicht löslich; doch entzieht dies dem Niederschlage Silberoxyd, wenn dasselbe durch die überschüssige Kaliauflösung gefällt worden ist. Setzt man zu einer Auflösung der antimonichten Säure in Kalihydratlösung zuerst Ammoniak, wodurch keine Fällung entsteht, und darauf eine salpetersaure Silberoxydauflösung, so erhält man zuerst nur einen geringen schwarzen Niederschlag, der aber mit der Zeit bedeutender wird.

In einer Auflösung des antimonsauren Kalis erhält man durch eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd einen starken weißen Niederschlag von antimonsaurem Silberoxyd, der nur einen geringen Stich ins Gelbliche hat. Enthält hingegen die Auflösung freies Kali, so ist die Fällung durch zugleich ausgeschiedenes Silberoxyd braun. Beide Niederschläge sind in Ammoniak vollständig auflöslich. Enthält aber die Auflösung nur die geringste Menge von antimonichter Säure, so bleibt eine schwarze Fällung ungelöst, wenn der Niederschlag mit Ammoniak behandelt wird.

Man kann durch salpetersaure Silberoxydauflösung die Gegenwart der antimonichten Säure in der geglähten Antimonsäure weit schneller und leichter entdecken, als durch eine Goldchloridauflösung. Denn setzt man zu der Auflösung des mit Kalihydrat geschmolzenen antimonsauren Antimonoxys salpetersaure Silberoxydauflösung, so erhält man einen schwarzen Niederschlag, der in Ammoniak nicht löslich ist, das nur das zugleich gefällte Silberoxyd und antimonsaure Silberoxyd auflöst. Wenn man aber das antimonsaure Antimonoxyd lange mit Kalihydrat geschmolzen hat, so erhält man in der Auflösung der geschmolzenen Masse einen schwarzen oder braunen Niederschlag, der im Ammoniak ganz auflöslich ist.

Setzt man zu einer Auflösung der antimonichten Säure in Kalihydrat eine Goldchloridauflösung, so erhält man auch einen schwarzen Niederschlag, der sich durchs Erhitzen der Flüssigkeit nicht verändert, wodurch man ebenfalls sehr kleine Mengen der antimonichten Säure erkennen kann. Fügt man eine Goldchloridauflösung zu einer Auflösung des antimonsauren Kalis, auch wenn dieselbe freies Kali enthält, so erhält man keinen Niederschlag, vorausgesetzt, daß das Kali frei von organischen Säuren ist. Erst durch sehr langes Stehen bildet sich eine sehr geringe schwarze Fällung.

In einer chlorwasserstoffsäuren Auflösung unterscheidet sich die antimonichte Säure von der Antimonsäure auch durch ihr Verhalten gegen Oxalsäure. Diese fällt die antimonichte Säure als einen reichlichen voluminösen Niederschlag, der sich später senkt. Bei längerem Stehen wird durch die Oxalsäure die antimonichte Säure aus der Auflösung, wenn diese nicht gar zu viel Chlorwasserstoffsäure enthält, ganz gefällt, so daß die abfiltrirte Flüssigkeit nichts davon enthält. Bei einem großen Zusatz von Oxalsäure erscheint der Niederschlag nicht sogleich, sondern erst nach längerem Stehen. — In der Auflösung der Antimonsäure in Chlorwasserstoffsäure wird durch Oxalsäure nur nach

langem Stehen ein geringer flockiger Niederschlag hervor-
gebracht.

Bei Gegenwart von Weinstensäure entsteht in Auflösungen der antimonichten Säure durch Oxalsäure kein Niederschlag, oder nur ein geringer, wie z. B. in einer Auflösung von Brechweinstein. Die Reduction des Goldes aus der Goldchloridauflösung erfolgt aber in einer Auflösung des Brechweinsteins; nur etwas langsam in der Kälte. Ebenso wird, wenn man zu der Auflösung des Brechweinsteins Kalihydratlösung setzt, durch salpetersaures Silberoxyd ein schwarzer, in Ammoniak nicht löslicher Niederschlag erzeugt.

X. *Ueber die Zusammensetzung des Schorlamits,
eines neuen titanhaltigen Minerals;
von C. Rammelsberg.*

Shephard beschrieb vor einiger Zeit ¹⁾ eine neue Mineralsubstanz von *Magnet Cove, Hot Springs-County, Arkansas*, in den vereinigten Staaten, welche daselbst in Gesellschaft einiger anderen gleichfalls scheinbar neuen Mineralien, des Arkansits und Ozarkits, vorkommt. Er hat die Krystallform nur unbestimmt angegeben, insofern die Grundform eine rhomboëdische seyn soll, als secundäre Formen aber sechsseitige Prismen vorkommen, deren Seitenkanten durch schmale glänzende Flächen abgestumpft sind. Die Spaltbarkeit ist nur undeutlich, der Bruch muschlig. Härte $7 - 7\frac{1}{2}$. Spec. Gewicht = 3,862.

In Betreff des chemischen Verhaltens giebt Shephard Folgendes an: der Schorlamit liefert beim Erhitzen etwas Wasser, und schmilzt beim Glühen des Glases, etwa 3 Proc. am Gewicht verlierend. Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht mit kaum merklichem Schäumen zu einer obsidianähnlichen

1) Sillim. Journ. II. Ser. II. 251.

Kugel, die nicht magnetisch ist. Die Boraxperle ist durchsichtig und hellgrün gefärbt. — Von Säuren wird das Mineral unter Bildung einer Kieselgallerte zersetzt. Seine wesentlichen Bestandtheile sind Kieselsäure, Yttererde, Thorerde (?), Eisenoxyd und Wasser. Cer und Lanthan ließen sich nicht auffinden.

Der Güte des Hrn. A. Kranz, welcher sich im Besitz von krystallisirtem und derbem Schorlamit befindet, verdanke ich eine Probe des letzteren, der eine glänzend schwarze, mit einem dünnen Anfluge von Brauneisenstein bedeckte Masse von vollkommen muschligem Bruch bildet. Die Härte ist die von Shephard angegebene, und auch das spec. Gewicht, welches von grobem Pulver = 3,783 gefunden wurde, stimmt ziemlich gut mit den Angaben jenes Beobachters überein. Das chemische Verhalten der Substanz ist indessen ein so ganz verschiedenes, daß ich auf die Vermuthung kam, etwas anderes als Schorlamit in Händen zu haben, wenn nicht einerseits die Identität der äußeren Charaktere, und andererseits die bestimmte Versicherung des Hrn. Kranz, daß dies der ächte Schorlamit sey, dieser Vermuthung widersprochen hätten.

Beim Erhitzen giebt das Mineral nichts Flüchtiges. In der Platinzange vor dem Löthrohr erhitzt, schmilzt es an den Kanten schwer zu einer schwarzen Masse. Die Boraxperle ist in der äußeren Flamme gelb, und wird, falls nicht eine größere Menge der Probe aufgelöst worden, beim Abkühlen farblos; in der innern erscheint sie nach der Behandlung mit Zinn grün. Phosphorsalz liefert in der äußeren Flamme ebenfalls ein gelbes Glas, welches sich noch leichter entfärbt; auf Kohle in der inneren Flamme mit Zinn behandelt, wird es zuletzt deutlich violett.

Von Chlorwasserstoffsäure wird das feingepulverte Mineral zwar angegriffen, indem sich ein helleres Pulver abscheidet, und eine gelbliche Flüssigkeit erhalten wird, welche mit Ammoniak einen ebenso gefärbten Niederschlag erzeugt, nach dessen Abscheidung Oxalsäure eine Fällung von Kalk giebt, aber diese Zersetzung ist sehr unvollständig.

Beim Glühen in einem verschlossenen Platintiegel änderte das Pulver weder sein Gewicht noch seine Farbe.

Es wurden zwei Analysen gemacht; I. durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron, und Behandlung der Masse nach Art eines Silicats, wobei ein in Chlorwasserstoffsäure unlöslicher, Kieselsäure, Titansäure und Alkali enthaltender Rückstand blieb, der durch saures schwefelsaures Kali aufgeschlossen werden mußte; und II., wobei zweckmäßiger die letztere sogleich benutzt, und der ausgelaugte Rückstand, welcher nur aus Kieselsäure, schwefelsaurem Kalk und wenig Titansäure bestand, nach dem Glühen mit einer concentrirten Auflösung von kohlensaurem Natron gekocht wurde, welche die Kieselsäure auszog, worauf der entstandene kohlensaure Kalk sich durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure ausziehen liefs. Durch Kochen fiel aus der schwefelsauren Flüssigkeit Titansäure nieder, und eine kleine Menge derselben, welche aufgelöst blieb, wurde aus dem Eisenoxyd nach dem Glühen desselben, durch Digestion mit Chlorwasserstoffsäure, Schmelzen des Ungelösten mit saurem Kali u. s. w. erhalten.

Der beim Schmelzen des Schorlamits mit dem Kalisalze und Behandeln der Masse mit Wasser bleibende Rückstand enthielt keine Tantal- (Niob-Pelop-)säure, und er so wenig, als die saure Flüssigkeit enthielten Cer, Lanthan, Yttererde oder Beryllerde; nur eine Spur Thonerde liefs sich nachweisen.

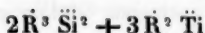
I. 1,508 Grm. gaben: 0,42 Kieselsäure, welche noch etwas Titansäure enthielt, 0,231 Titansäure, 0,398 Eisenoxyd, 0,48276 Kalkerde und 0,02288 Talkerde.

II. 3,342 Grm. gaben: 0,872 Kieselsäure, 0,58 Titansäure, 0,848 Eisenoxyd; 1,04 Kalkerde und 0,0519 Talkerde.

Das Eisen enthält eine kleine Menge Mangan, und ist in der Substanz als Oxydul anzunehmen, wofür der Gewichtsüberschufs, die Reaction der chlorwasserstoffsäuren Auflösung des Minerals, so wie das Verhältnifs der Bestandtheile überhaupt sprechen.

	I.	II.	Sauerstoff.
Kieselsäure	27,85 ¹⁾	26,09	13,55
Titansäure	15,32	17,36	6,74 ²⁾
Eisenoxydul	23,75	22,83	5,07
Kalkerde	32,01	31,12	8,85
Talkerde	1,52	1,55	0,61
	<u>100,45</u>	<u>98,95.</u>	14,53

Die Sauerstoffmengen stehen offenbar in dem Verhältniß von 2 : 1 : 2, so daß dieser titanitähnlichen Verbindung der Ausdruck



zukommt.

Verwandelt man in II. 22,83 Eisenoxydul in das Aequivalent, = 17,81 Kalkerde, und 1,55 Talkerde in 2,14 Kalkerde, so erhält man:

	oder für 100:	
Kieselsäure	26,09	27,60
Titansäure	17,36	18,37
Kalkerde	51,07	54,03
	<u>94,52</u>	<u>100.</u>

während obige Formel verlangt:

4 At. Kieselsäure	28,61
3 - Titansäure	19,13
12 - Kalkerde	52,26
	<u>100.</u>

Der Titanit enthält, bei gleicher Menge Titansäure, nur halb so viel Kieselsäure und $\frac{1}{3}$ an Kalkerde.

Da Shephard keine Beweise für die Richtigkeit der von ihm angegebenen Bestandtheile beigebracht hat, die von mir gefundenen aber sämmtlich auf ihre Reinheit geprüft wurden, namentlich was die Titansäure betrifft, so darf die gefundene Zusammensetzung für den Schorlamit wohl als richtig gelten.

1) Schließt, wie gesagt, etwas Titansäure ein.

2) Ti = 314,69.

XI. Bestimmung neuer Mineralien; mitgetheilt von August Breithaupt.

I. Glaukodot.

A. Mineralogische Bestimmung von A. Breithaupt.

Der Name deutet an, daß der Körper blaue Farbe giebt, wozu er bereits benutzt worden. Die äußeren Kennzeichen sind folgende:

Metallischer Glanz.

Farbe, dunkel zinnweiß. Strich, schwarz.

Primärform: Domatisches Prisma. Die Neigung des Doma $\frac{1}{3} P \infty$ gegen die Hauptaxe hat wegen zu starker Kerbung der Flächen nicht bestimmt werden können. Das Prisma dagegen fand ich ziemlich genau $= 112^{\circ} 36'$ und $67^{\circ} 24'$. Die Combinationen sind theils $0 P, \infty P$, theils $\frac{1}{3} P \infty, \infty P$; jene ist in Drusen auf-, diese porphyrartig eingewachsen und dabei das Doma sehr vorherrschend, s. Taf. I. Fig. 14 und 15. Doch kommt das Mineral auch derb, in Massen bis zu mehreren Pfunden vor, und dann körnig zusammengesetzt. Spaltbar, basisch, sehr deutlich, (deutlicher als bei irgend einem Arsenkiese); primär-prismatisch wenig deutlich.

Härte 7. Spröde.

Spec. Gewicht 5,975, 5,978, 6,003 in drei Bestimmungen. Der Glaukodot findet sich gangweise im Chloritschiefer, begleitet von dem schweren Glanzkobalt, (Kobaltin, Kobaltglanz,) *Marcasites eumorphicus*, ganz von dem Ansehen und Verhalten des skandinavischen, ferner von Kupferkies, Axinit, Quarz, und von den Zersetzungs-Producten jener Kiese, als Kobaltblüthe, Malachit, Kupferlasur und Pharmakolith. Noch kommt ein blaues zart angefflogenes Mineral mit vor, welches auf Arsensäure und Kupferoxyd reagirt. Die derben Massen und Drusen durchsetzen den Chloritschiefer, in der Nähe der Gänge

liegen aber im Nebengestein porphyrtartig viele Krystalle, ganz nach Art des Mispickels auf einigen freiberger Gruben.

Der Glaukodot ist, mineralogisch, von dem Mispickel nur durch den stärker geschobenen Winkel des primären Prisma und durch die deutliche basische Spaltbarkeit zu unterscheiden. Er findet sich in der Gegend von Huasko, in der Richtung nach Valparaiso in Chile. Ich hatte Gelegenheit mehrere Centner der Erze zu sehen, und davon für die bergakademische Sammlung Musterstücke auszuwählen.

In dem Umstande, daß hier Axinit als ein Begleiter kobalthaltiger Miner erscheint, und daß sich auch derselbe zuweilen in den Kobaltgängen zu Schneeberg in Sachsen, welcher auf Axinit aufsitzt, und das beträchtliche spec. Gewicht 6,292 hat, einen Kobaltgehalt zu vermuthen, und wirklich hat Hr. Plattner darin 1 Proc. Kobalt nachgewiesen. Man mag mithin künftig auf die den Axinit begleitenden Kiese, in Betreff eines, möglicherweise nutzbaren Gehaltes an Kobalt, achten.

**B. Chemische Untersuchung des Glaukodots, von
C. F. Plattner.**

Verhalten vor dem Löthrohre.

In einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre bis zum Rothglühen erhitzt, giebt das Mineral auf Kosten der in der Röhre eingeschlossenen atmosphärischen Luft Spuren von arseniger Säure; das eingelegte Bruchstückchen verliert seinen Glanz, verändert aber seine Form nicht.

In einer an beiden Enden offenen Glasröhre giebt ein hineingelegtes Bruchstückchen, nach und nach erhitzt, gasförmige schweflige Säure und ein Sublimat von krystallischer arseniger Säure.

Auf Kohle im Reductionsfeuer erhitzt, giebt das Mineral in Form eines Bruchstückchens Schwefel und Arsen ab, und schmilzt dann ruhig zur Kugel, die nach dem Erkalten eine schwarze raue Oberfläche, auf dem Bruche aber ein

ein feinkörniges speisiges Ansehen besitzt und schwach dem Magnete folgt.

Wird die auf Kohle erhaltene Kugel mit Borax im Reductionsfeuer behandelt, so erfolgt eine starke Reaction auf Eisen; wird das durch Borax vom Eisen befreite arsenhaltige Metallkorn wiederholt mit neuen Portionen von Borax geschmolzen, so findet nur eine smalteblaue Färbung von Kobalt statt. Wird das Metallkorn, sobald es zu einer weiteren Behandlung mit Borax zu klein wird, mit reinem Golde zusammengeschmolzen und hierauf mit Borax fort behandelt, so bringen die letzten Spuren des Arsenmetalles in dem Boraxglase eine schwach braune Färbung von Nickel hervor, zum Beweis, daß Spuren von diesem Metalle in dem Minerale enthalten sind.

Der Glaukodot verhält sich demnach vor dem Löthrobre wie ein stark eisenhaltiger Kobaltglanz.

Quantitative Bestimmung der einzelnen Bestandtheile.

1 Grm. des feingepulverten und bei 100° C. getrockneten Minerals (es enthält 0,3 Proc. Feuchtigkeit) wurde in Salpetersäure gelöst, wobei nach längerer Digestion ein wenig Schwefel zurückblieb, der Spuren von Quarz hinterließ. Das Arsen wurde aus der sehr verdünnten Lösung durch Schwefelwasserstoffgas als Schwefelarsen ausgeschieden, in welchem auf bekannte Weise der Schwefel bestimmt, und das Arsen aus der Differenz zu 0,432 Grm. = 43,2 Proc. im Mineral, gefunden wurde.

Nachdem das Eisen, welches sich in der Auflösung als Oxydul befand, durch Abdampfen der Auflösung und durch Versetzen derselben mit chlorsaurem Kali wieder in Oxyd verwandelt war, und die aufgelösten Metalloxyde durch Zusatz von Schwefelsäure und Abdampfen der Flüssigkeit sich in schwefelsaure Metalloxyde umgeändert hatten, wurde aus der Auflösung derselben in Wasser, unter den vom Hrn. Rammelsberg angegebenen Vorsichtsmafsregeln, das Eisenoxyd durch kohlensaures Natron als basisch schwefelsaures Eisenoxyd ausgefällt und nach dem Aussüfsen durch

Ammoniak zersetzt. Das Eisenoxyd wog nach dem Glühen 0,170 Grm., welche 0,119 Grm. = 11,9 Proc. metallischen Eisens im Minerale entsprechen.

Aus der vom Eisenoxyd befreiten Auflösung wurde das Kobalt mit dem geringen Antheil von Nickel durch kohlenaures Natron ausgefällt. Das geglühte Oxyd wog 0,334 Grm. und würde, wenn man es als $\text{Co}^3 \text{O}^4$ zusammengesetzt betrachten wollte, 0,245 Grm. = 24,5 Procenten metallischen Kobalts im Minerale entsprechen. Zur genaueren Bestimmung dieses Metalles und zur Ermittlung des Nickelgehaltes wurden 50 Milligr. des geglühten Oxydes mit 150 Milligr. geschmolzenem, feingepulvertem arsensaurem Kali und 50 Milligr. Borax in einem Kohlentiegelchen mit Hülfe einer starken, reducirend wirkenden Löthrohrflamme schnell eingeschmolzen, und das Blasen mit dem Löthrohre so lange fortgesetzt, bis die alkalischen Zuschläge nach Angabe des Arsengehaltes in die Kohle eingedrungen waren und das gebildete Arsenkobalt mit dem Arsennickel sich zu einer einzigen Kugel vereinigt hatte ¹⁾. Diese Metallkugel wurde hierauf für sich auf Kohle noch so lange mit einer mäfsig starken Reductionsflamme in flüssigem Zustande erhalten, bis eine Verflüchtigung von Arsen nicht mehr zu bemerken war, und das Arsenkobalt sich in Subarseniet ($\text{Co}^2 \text{As}$ oder $\text{Co}^4 \text{As}^2$) verwandelt hatte. Das Metallkorn wog jetzt 60,8 Milligr. Es wurde auf Kohle der Verschlackung mit Borax ausgesetzt, um möglichen Falls den bei der qualitativen Untersuchung vor dem Löthrohre aufgefundenen, höchst geringen Gehalt an Nickel quanti-

1) Dieses Verfahren, die Oxyde von Kobalt und Nickel in Arsenikmetalle zu verwandeln, ist als eine Verbesserung des in der 2. Auflage meiner Löthrohr-Probirkunst S. 623 angegebenen Verfahrens zu betrachten. Es ist vom Hrn. Amalgamirprobirer Fritzsche in Freiberg vorgeschlagen und bei der Bestimmung des Kobalt- und Nickelgehaltes in den bei Analysen verschiedener Hüttenproducte auf nassem Wege gemeinschaftlich ausgeschiedenen Oxyden des Kobalts und Nickels, sowohl von ihm selbst, als auch von mir mehrfach schon mit Vortheil angewendet worden.

tativ bestimmen zu können; allein es zeigte sich auch hier nur eine unbestimmbare Spur von diesem Metalle.

Da nun 50 Milligr. des geglühten Oxydes 60,8 Milligr. Kobaltsubarseniet gaben, und für die Löthrohrprobe auf Kobalt in 100 Gewichtsth. dieser Verbindung 61 Gewichtsth. Kobaltmetall angenommen werden, so waren in den 60,8 Milligr. Kobaltsubarseniet 37,088 Milligr. Kobaltmetall enthalten; und es kommen demnach auf obige 0,334 Gramm Oxyd $50 : 37,088 = 0,334 : 0,24774$ Gramm, oder auf 100 Gewichtsth. des Minerals 24,774 Gewichtsth. Kobalt incl. eine Spur von Nickel.

Der im Mineral enthaltene Schwefel wurde in einer andern genau abgewogenen Menge des Minerals durch Auflösen desselben in Salpetersäure unter Zusatz von Chlorwasserstoffsäure und chlorsaurem Kali, Fällen der gebildeten Schwefelsäure durch Chlorbaryum etc. bestimmt, und zu 20,210 Proc. gefunden.

Die Bestandtheile des Glaukodots sind demnach:

Schwefel	20,210
Arsen	43,200
Kobalt mit einer Spur von Nickel	24,774
Eisen	11,900
Spuren von Quarz	

100,084.

Vergleicht man diese Bestandtheile mit denen des Kobaltglanzes, so scheint es allerdings beim ersten Anblick, als sey der Glaukodot ebenfalls nichts anderes als Kobaltglanz, und zwar ein solcher, in welchem ein nicht unbedeutender Theil des Kobalts durch Eisen ersetzt ist, wie dieß bei dem Kobaltglanz von Skutterud in Norwegen und von der Grube Philipps Hoffnung bei Siegen angenommen wird; schenkt man indessen dem Eisengehalte mehr Aufmerksamkeit, so kommt man, wie sich weiter unten ergeben wird, zu dem Resultat, daß das Eisen zum Kobalt im Glaukodot in einem bestimmten Verhältnisse steht, und

dafs demnach dieses Mineral mit Berücksichtigung seines mineralogischen Verhaltens, als ein selbstständiges angesehen werden kann.

Mir sind nur zwei Analysen vom Kobaltglanz bekannt, durch welche die wahre Zusammensetzung dieses Minerals ermittelt ist, nämlich:

1. Kobaltglanz von Skutterud in Norwegen
nach Stromeyer.

Schwefel	20,084
Arsen	43,461
Kobalt	33,101
Eisen	3,232
	<hr/> 99,881

2. Kobaltglanz (jedoch nur als
Schlich) von der Grube Philipps
Hoffnung bei Siegen
nach Hrn. Schnabel.

	19,10
	44,75
	29,77
	6,38
	<hr/> 100.

Beide Varietäten entsprechen der vom Hrn. von Berzelius aufgestellten Formel $\text{Co S}^2 + \text{Co As}^2$, oder, wenn man den Eisengehalt nicht unberücksichtigt lassen will, der Formel $(\text{Co, Fe}) \text{S}^2 + (\text{Co, Fe}) \text{As}^2$, die, wenn man nach Hrn. Breithaupt (Erdmann's und Schweigger-Seidels Journal, Bd. IV. Jahrgang 1835) Schwefel und Arsen isomorph setzt, auch $(\text{Co, Fe}) (\text{S, As})^2$ geschrieben werden kann.

Da nun im Glaukodot dieselben Procente Schwefel und Arsen enthalten sind, wie im Kobaltglanz von Skutterud, auch die Summen der Procente von Kobalt und Eisen in beiden Mineralien mit einander übereinstimmen, so würde demnach auch der Glaukodot mit dieser chemischen Formel zu bezeichnen seyn. Sucht man indessen durch Rechnung auf, wie sich die Anzahl der Atome von den durch die Analyse aufgefundenen Bestandtheilen im Eisen, Kobalt, Schwefel und Arsen zu einander verhalten, so findet man folgendes Verhältniß:

Fe, Co, S, As

34 : 67 : 102 : 92, oder sehr nahe

wie 2 : 4 : 6 : 6

Hieraus ergibt sich die Formel $2(\text{Co S}^2 + \text{Co As}^2) + (\text{Fe S}^2 + \text{Fe As}^2)$, welche eine Verbindung von $\frac{2}{3}$ Kobaltglanz und $\frac{1}{3}$ Arsenkies bezeichnet und folgender Zusammensetzung entspricht:

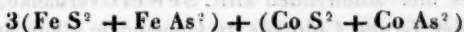
Schwefel	6	As	=	1200,0	=	19,40
Arsen	6	-	=	2812,5	=	45,46
Kobalt	4	-	=	1474,4	=	23,83
Eisen	2	-	=	700,0	=	11,31
				6186,9		100.

Setzt man Schwefel und Arsen isomorph, so läßt sich die Zusammensetzung des Glaukodots auch durch die chemische Formel $2\text{Co}(\text{S, As})^2 + \text{Fe}(\text{S, As})^2$ ausdrücken.

C. Bemerkungen von A. Breithaupt.

Während der Glaukodot, mineralogisch, dem gemeinen Mispickel äußerst nahe steht, ist er, chemisch, nur sehr wenig vom Glanzkobalt verschieden, und man sieht, wie hartnäckig $\text{Fe S}^2 + \text{Fe As}^2$ an seiner rhombisch-prismatischen Krystallisation fest hält. Hätte man die Mischung des Glaukodots in der Krystallisation des Glanzkobalts gefunden, so würde man einen solchen Körper gewiß nur als eine Abänderung des letztern, variirt durch den etwas höhern Eisengehalt, beurtheilt haben. Darum dürfte es nicht gewagt seyn, auszusprechen, *dafs die Substanz des Glanzkobalts dimorph sey*. Von diesem Mineral hat man überhaupt zur Zeit zu wenig chemische Analysen, vielleicht giebt es davon eine Abänderung, deren Beimischung an Eisen ebenso beträchtlich seyn könnte, als dieselbe im Glaukodot ist. Wirklich besitzt jenes Nüancen der Farbe und des specifischen Gewichts, welche darauf hindeuten.

Das der Glaukodot ein merklich geringeres Gewicht hat, als der Akontit oder Kobaltarsenkies von Skutterud, welcher 6,2 wiegt, von Hrn. Scheerer analysirt wurde und wofür dieser die Formel



aufstellt, kann dadurch erklärt werden, dafs in jenem drei

Proc. Schwefel mehr und 2 Proc. Arsen weniger als in diesem enthalten sind.

II. Embolit oder Bromchlorsilber.

A. Mineralogische Bestimmung von A. Breithaupt.

Da das Mineral zwar nicht genau in der Mitte zwischen Silberhornerz und Bromsilber steht, aber mit beiden und mit dem Jodsilber, ein Genus, *Cerargyrites*, bildet; so schlage ich den Namen *Embolit*, *Cerargyrites Embolites* vor, nach *ἐμβόλιον*, das Eingeschobene. Die äußern Kennzeichen sind:

Demantglanz,

Farbe, äußerlich oliven und spargelgrün, innen schwefelgelb bis zeisiggrün. (Frisch ausgeschmolzen ist es ebenfalls schwefelgelb.)

Primärform: Hexaëder. Nur in der Combination des Octaëders *O* mit dem Hexaëder *H* bekannt, doch sind die kleineren Flächen der letztern Gestalt nicht eben, sondern gekörnt und gerippt, wahrscheinlich auf ein hexaëderkantiges Ikositessaroëder hindeutend. Auch derb, eingesprengt und in Gangschnüren, spaltbar, hexaëdrisch in Spuren. Bruch, hakig.

Härte ungefähr 2. Vollkommen geschmeidig.

Specifisches Gewicht: 5,806, Breithaupt; das Ausgeschmolzene fand Hr. Plattner 5,789 von gelber und 5,790 von grüner Farbe, nach einer neuerlichen Probe auch etwas über 5,8. Nimmt man das spec. Gewicht des Bromsilbers nach Hrn. Karsten = 6,3 und das des Hornsilbers = 5,5, so findet eine gute Uebereinstimmung zwischen den Gewichten und den unten gleichfolgenden Mischungsmengen statt, denn, darf man sich nach den Atomen eine Berechnung des spec. Gewichts erlauben, so würde dasselbe 5,82 für den Embolit seyn.

Das Mineral, von welchem ich einige Exemplare der Güte des hier studirenden Hrn. Sewell verdanke, findet sich in der Grube Colorado zu Copiapo in Chile auf Gängen in einem sehr eischüssigen und deshalb schmuzig

roth und gelb gefärbten Kalkstein, welcher nach Hrn. Dörmeyko der Kreide-Formation angehören soll. Die Krystalle sitzen auf zart krystallisirtem Kalkspath; gediegenes Silber ist wieder darüber. Wirkliches Chlorsilber, Horn-
erz, findet sich ebenfalls zu Copiapo.

B. Chemische Untersuchung von C. F. Plattner¹⁾.

Die mit dem Mineral angestellte chemische Analyse ergab mir

66,862 Silber

20,088 Brom

13,050 Chlor.

Nach der Formel $2\text{Ag Br} + 3\text{Ag Cl}$, die man wegen der nahen Uebereinstimmung als vollgültig ansehen darf, berechnet, erhält man:

66,964 Silber

19,841 Brom

13,195 Chlor

C. Anmerkung von A. Breithaupt.

Es ist zu bezweifeln, daß das reine Bromsilber an diesem Fundorte vorkomme; denn Hr. H. Th. Richter hat zahlreiche Versuche mit verschiedenen Stücken von Copiapo angestellt und stets neben dem Brom auch Chlor gefunden. Das Bromsilber, welches Hr. Berthier untersuchte, (diese Annalen Bd. 54) war von der Grube San Onofre im Districte Plateros in Mejico, und wird von Quarz, Weisbleierz, Eisenoxyd und gediegen Silber begleitet. Es führt dort den Namen *Plata verde*, grünes Silber.

III. Lonchidit.

A. Mineralogische Bestimmung desselben von A. Breithaupt.

Unter dem Namen Kausimkies, welchen ich fallen lasse, hatte ich in der dritten Auflage meiner Charakteristik des

1) Hr. Prof. Plattner war bisher durch Kränklichkeit behindert, die Methode und den Gang seiner Analyse ausführlich niederschreiben, wird aber das Nöthige hierzu bald folgen lassen können.

Mineral-Systems einen Kies aufgeführt, den ich neuerlich erst gehörig kennen gelernt und genau untersucht habe. Nach den kleinen speersförmigen Krystallen habe ich ihm den obigen Namen gegeben, nach *λογχιδιον* d. i. ein kleiner Speer. Die äusseren Kennzeichen sind folgende:

Lebhafter Metallglanz.

Farbe zinnweiss, zuweilen bunt auch grünlich grau angelaufen. Strich schwarz. Ueberhaupt nach Glanz, Farbe und Strich in nichts von den gewöhnlichen Arsenkiesen verschieden.

Primärform: Domatisches Prisma, $P \propto = 79^{\circ} 14'$ an der Endkante, $\propto P = 75^{\circ} 36'$ und $104^{\circ} 24'$. Der erste Winkel wurde direct durch Messung gefunden, der zweite aus der Neigung der domatischen Flächen zweier Individuen im Zwillung, welche $123^{\circ} 39'$ betrug, also die Neigung des Doma gegen das Prisma $= 61^{\circ} 49\frac{1}{2}'$, berechnet. Auch kommt $\frac{1}{2} P \propto$ mit vor. Die Messungen waren völlig befriedigend. Die Krystalle sind stets Zwillinge und Drillinge vom Gesetze des Speerkieses. Die Spaltbarkeit ist primär-prismatisch ziemlich deutlich; basisch, undeutlich bis sehr undeutlich; Bruch, uneben. Sind die Krystalle nierenförmig zusammengehäuft, so findet zugleich eine büschelförmige auseinander laufend stängliche Zusammensetzung statt, und das Ganze zeigt die sogenannte Glaskopf-Structur.

Härte $= 7\frac{1}{4}$ bis $7\frac{3}{4}$.

Specifisches Gewicht $= 4,925, 4,936, 4,938, 4,962, 5,001$, in fünf Abänderungen.

Den Lonchidit kenne ich von drei Fundorten. Von Zeit zu Zeit ist er in kleinen Parthien auf der Grube Kurprinz Friedrich August zu Gros-Schirma bei Freiberg, stets auf Kupferkies sitzend und noch von Eisenkies, Eisenspath, Hornstein, Quarz etc. begleitet vorgekommen. Vor einigen Jahren fand ich ihn auf der Grube Sauschwart bei Schneeberg. Von Coaks Kitchen in Cornwall, ebenfalls über Kupferkies, lernte ich ihn in Zwillingen und Drillingen kennen, welche die Flächen eines sehr flachen Doma, entweder $\frac{1}{4} P \propto$ oder $\frac{1}{3} P \propto$, groß ausgedehnt zeigen.

Das Mineral ist der Zerstörung durch Vitriolescirung ausgesetzt.

Obwohl es in chemischer Hinsicht dem rhombischen Schwefelkies d. i. dem Speerkies nahe steht, so kommt es, wenn wir den Winkel des Prisma ausnehmen, den Arsenkiesen in Rücksicht auf äußere Kennzeichen viel näher.

*B. Chemische Untersuchung des Lonchidit's von
C. F. Plattner.*

In einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre nach und nach bis zum Rothglühen erhitzt, sublimirt sich eine geringe Menge von Schwefelarsen, welches unter der Abkühlung gelb wird. Das durchgeglühte Probestückchen erscheint etwas dunkler von Farbe wie vorher und folgt dem Magnet.

In einer an beiden Enden offenen Glasröhre giebt er bei schwacher Hitze schweflige und arsenige Säure, bei stärkerer Hitze dagegen Schwefelarsen aus.

Auf Kohle mit der Reductionsflamme berührt, verflüchtigt sich Schwefel und Arsen, während das Probestückchen sich mit einem grünlich blauen Scheine umgiebt, und das Arsen durch den Geruch und durch den sich bildenden Beschlag von arseniger Säure erkannt wird. Ist ein gewisser Theil des Schwefels und alles Arsen fort, so schmilzt das Probestückchen ruhig zur Kugel, die unter der Abkühlung auf der Oberfläche krystallisirt und nach völligem Erkalten dem Magnete folgt. Während die Probe zur Kugel schmilzt, bildet sich noch ein geringer gelber Beschlag von Bleioxyd und ein weißer von schwefelsaurem Bleioxyd.

Wird eine kleine Menge des Kieses im gepulverten Zustande auf Kohlen abgeröstet, und die geröstete Probe mit Glasflüssen behandelt, so bekommt man folgende Resultate.

In Borax löst sich die geröstete Probe leicht auf und giebt im Oxydationsfeuer eine dunkelrothe Perle die unter der Abkühlung grün wird; wird diese Perle auf Kohle mit Zinn behandelt, so wird sie blaugrün. (Eisen und Kobalt.)

In Phosphorsalz löst sich die geröstete Probe ebenfalls leicht auf und giebt eine dunkelrothe Perle, die unter der Abkühlung grün und dann violett wird (Eisen und Kobalt); mit Zinn auf Kohle behandelt, wird sie unter der Abkühlung roth und undurchsichtig (Kupfer).

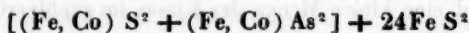
Durch eine Reductionsprobe mit einem Zusatz von Gold läßt sich, wenn das Gold dann mit Phosphorsalz behandelt wird, ebenfalls ein geringer Gehalt von Kupfer und Kobalt nachweisen.

Dieser Kies besteht demnach hauptsächlich aus Eisen und Schwefel, und enthält außerdem noch eine merkliche Menge Arsen, sowie auch geringe Mengen von Kupfer, Kobalt und Blei.

Bei der quantitativen Bestimmung der einzelnen Bestandtheile ergab sich, daß dieser Kies in 100 Gewichtstheilen enthält:

49,672	Theile	Schwefel
4,396	-	Arsen
44,225	-	Eisen
0,354	-	Kobalt
0,749	-	Kupfer
0,204	-	Blei
<hr/>		
99,540.		

Wollte man für diese Verbindung eine chemische Formel entwerfen, so würde sie ungefähr aussehen wie: $(\text{Fe S}^2 + \text{Fe As}^2) + 24 \text{Fe S}^2$, worin im ersten Gliede ein Theil des Eisens durch Kobalt ersetzt ist, und man daher schreiben müßte:



Daß aber eine solche Formel nicht acceptirt werden würde, ist zu vermuthen.

Nach meinem ganz unmaßgeblichen Dafürhalten besteht der Lonchidit aus Fe^{II} , verbunden mit etwas Arsenkies $(\text{Fe S}^2 + \text{Fe As}^2)$ in welchem letzteren aber ein Theil des Eisens durch Kupfer und Kobalt ersetzt ist.

Da sich nun in mehreren Schwefelkiesen ¹⁾ Schwefelarsen in kleinen, aber wahrscheinlich verschiedenen Mengen findet, so gewinnt diese Annahme auch an Wahrscheinlichkeit. In welchem Zustande das Kupfer im Lonchidit enthalten sey, ob als Cu oder als Cu , läßt sich nicht mit Bestimmtheit nachweisen. Da indessen angenommen wird, daß Cu isomorph mit Fe sey, so läßt sich auch annehmen, daß ein Theil des Fe durch Cu ersetzt werden könne; es wäre denn, daß sich das Schwefelkupfer in Verbindung mit Schwefeleisen als eine bestimmte Verbindung darin befände, und zwar als Bundkupfererz von der Zusammensetzung $\text{Cu}^3 \text{Fe}$.

IV. Konichalcit.

A. Mineralogische Bestimmung von A. Breithaupt.

Schon seit Jahren bemerkte ich unter den Malachiten der hiesigen methodischen Sammlung ein Exemplar, welches ich nie für Malachit gehalten. Ich hoffte immer noch irgend woher mehr von dem Mineral zu erlangen; jedoch bis jetzt ohne Erfolg. Als nun vor einiger Zeit Hr. F. W. Fritzsche ein neues Mineral chemisch zu analysiren wünschte, gab ich ihm jenes, an welchem ich erkannt hatte, daß es eine neue Species von folgenden Eigenschaften sey:

Geringer Glasglanz.

Farbe, Mittel zwischen pistacien- und smaragdgrün, mehr das erstere. Strich, ebenso. An den Kanten durchscheinend.

Nierenförmig und in Gangtrümmern. Bruch, splittrig, in krystallinisch feinkörnige Zusammensetzung übergehend. Spröde.

Härte $5\frac{1}{4}$ bis $5\frac{3}{4}$.

Specifisches Gewicht = 4,123.

Das Stück war mit einer Etiketle versehen, worauf: „*Hinojosa de Cordova en Andalucia*“ stand. Es ist hienach aus Spanien. Als einziger älterer Begleiter erscheint körniger Quarz in Hornstein übergehend.

1) Siehe den folgenden Aufsatz.

Der für das Mineral gewählte Name bezieht sich auf die chemische Mischung, in welcher gleiche Aequivalente von Kalkerde und Kupferoxyd auftreten; unter *χόνια* hat man jedenfalls Kalk verstanden.

**B. Chemische Untersuchung des Konichalcits von
F. W. Fritzsche.**

Der Konichalcit ist bei dreimaliger Untersuchung in 100 Theilen zusammengesetzt gefunden aus:

	I.	II.	III.
Kupferoxyd	31,76	31,60	
Kalkerde	21,36	21,82	22,10
Arsensäure	30,68	32,41	
Vanadinsäure	1,78		
Phosphorsäure	8,81		9,10
Wasser	5,61	5,30	5,56

Hierzu muß bemerkt werden, daß bei I. die Phosphorsäure aus dem Verlust bestimmt wurde.

Der Sauerstoffgehalt ergibt sich in

	I.	II.	III.
Kupferoxyd	31,76	6,40	6
Kalkerde	21,36	6,20	6
Arsensäure	30,68	10,66	15
Vanadinsäure	1,78	0,36	
Phosphorsäure	8,81	4,93	
Wasser	5,61	4,98	5

und es läßt sich die Formel $2\text{Cu}^3\text{As} + \text{Ca}^6\text{P} + 5\text{H}$ aufstellen, welche nach der Berechnung und wenn man die Vanadinsäure mit unter der Arsensäure begriffen nimmt, erfordert:

6 Atome Kupferoxyd	31,58
6 - Kalkerde	21,41
2 - Arsensäure	30,57
1 - Phosphorsäure	9,47
5 - Wasser	5,97.

Anmerkung. Hr. Fritzsche vermuthet, daß nicht nur das nun mehrfach bekannte Zusammenvorkommen der

Vanadinsäure mit Phosphorsäure und Arsensäure, sondern auch andere Umstände es wahrscheinlich machen, es werde jene diesen ähnlich zusammengesetzt seyn und die Formel $\frac{V}{V}$ erhalten. Es fehlt ihm nur an Material, um seinen Untersuchungen darüber die erforderliche Ausdehnung geben zu können.

XII. Häufiger Arsengehalt in Eisenkiesen; von August Breithaupt.

Nachdem Hr. Tripier Arsen im Sinter aus dem Wasser von Haman-Mescoutine gefunden hatte, wurde vom Hrn. Walchner in der Versammlung der Naturforscher zu Bremen, die von ihm satksam erfahrene so wichtige That- sache mitgetheilt, dafs die Okern, welche von eisenhaltigen Quellwassern abgesetzt werden, ziemlich allgemein auf ar- senige Säure reagiren. Schon dadurch ist erwiesen, dafs sich Arsen in vielen Orten findet, wo man dies nicht ver- muthete. In Bezug auf die häufige Frequenz dieses Me- talls führe ich neue Erfahrungen an.

Auf der Grube Kurprinz Friedrich August bei Freiberg kommt seit einigen Jahren ziemlich häufig ein Eisenkies vor, der eine etwas schönere gelbe Farbe, die sich selbst etwas dem Bronze gelben nähert, zeigt, als anderer Eisen- kies. Ich ersuchte Hrn. Plattner zu sehen, ob sich eine chemische Verschiedenheit nachweisen lasse und er fand — einen leicht wahrnehmbaren Arsengehalt. Es ist zwar schon bekannt gewesen, dafs manche Eisenkiese etwas Arsen ent- halten, allein dafs dies von so vielen Abänderungen die- ses Minerals der Fall ist, wie ich zeigen werde und un- ter welchen besonderen Umständen er eintritt, war nicht bekannt. Wenn ein solcher Arsengehalt noch wenig un- ter $\frac{1}{2}$ Proc. beträgt — er steigt jedoch auch bis etwas über 1 Proc., — so wird er auf folgende Weise nachgewiesen. Bringt man Bröckchen des Eisenkieses in eine an einem

Ende offenes Glasröhrchen und erhitzt dies über der Spirituslampe, so sublimirt sich anfangs bloß Schwefel und darauf, tiefer unten nach der Probe zu, Schwefelarsen. Nach dem Erkalten sind dann die beiden Sublimate durch gelbe und rothe Farbe wohl unterschieden.

Beschäftigt mit dem Zusammenvorkommen der Mineralien überhaupt und mit dem auf Gängen insbesondere, war es mir von großem Interesse den arsenhaltigen Eisenkies näher kennen zu lernen. Ich unterscheide von den Bleiglanz-Zinkblende-Gang-Formationen wenigstens drei, 1) eine pyritische, 2) eine klineöditische (Fahlerz führende) und 3) eine barytische (Schwerspath und Flußspath führende) Blei- und Zink-Formation, welche letztere die jüngste ist. In der letzten nun ist der arsenhaltige Eisenkies vorzüglich einheimisch und auch sonst, wo er auf Schwerspath oder Flußspath sitzend oder, auch ohne diese, in den Kobalt-Nickel-Gang-Formationen vorkommt.

Auf die beschriebene Weise habe ich überhaupt mit 74 Eisenkies-Abänderungen Versuche vorgenommen und niemals verfehlte ich den merklichen Arsengehalt in den angewendeten 57 Abänderungen aus den zuletzt genannten jungen Gang-Formationen. Hr. F. W. Fritzsche hat ebenfalls einige Abänderungen untersucht und dabei stets noch einen Gehalt von etwas Kobalt oder Kobalt und Nickel mit wahrgenommen.

Da bis jetzt *keine einzige Ausnahme* beobachtet worden, so vermute ich, daß jener Gehalt in allen Eisenkiesen über Schwerspath und Flußspath existire.

Bemerkenswerth scheint es mir, daß die Eisenkiese, welche direct mit Arsenkies zusammen in der älteren Blei- und Zink-Formation vorkommen, die erwähnte Reaction nicht geben. Sollten sie Arsen enthalten, so müßte dies in sehr kleinen Mengen seyn. Während ich die Fundorte nicht alle aufzählen will, wo in den Eisenkiesen der oben genannten Formationen, und namentlich über Schwerspath und Flußspath, der Arsengehalt von mir nachgewiesen worden, will ich nur bemerken, daß die Eisenkiese von Schnee-

berg namentlich von Sauschwart, von Marienberg namentlich von Junge drei Brüder im Kiesholze, und von Nagybanya in Siebenbürgen die Reaction am stärksten, die über Eisenspath vorkommenden von Lobenstein im Fürstenthum Reufs am schwächsten reagiren.

Siebenzehn jenen Formationen nicht angehörige Varietäten gaben die Reaction nicht, nämlich aus den Steinkohlen von Potschappel, aus dem grauen Conglomerat von Zwickau, aus dem Braunkohlengebirge von Littmitz in Böhmen, aus dem Glimmerschiefer von Hartmannsreuth bei Hof, aus dem Thonschiefer von Lehnsten im Thüringer Walde, von der Grube Hochmuth bei Geier, von Dillenburg im Herzogthum Nassau, von Grofs-Almerode in Hessen-Kassel, von Facebay in Siebenbürgen, von Traversella in Piemont, von der Insel Elba, und die übrigen sechs von Freiburger Gruben und deren Bauen in der älteren pyritischen Blei- und Zink-Formation, als von Himmelfahrt, Nachtigall etc.

Ueber die genannten Gang-Formationen ist das Weitere in der von mir so eben beendeten mineralogisch-chemisch-geologisch- und bergmännischen Schrift: „die Paragenesis der Mineralien, Freiberg bei Engelhardt“ nachzusehen.

XIII. *Ueber die Krystallform der rhomboëdrischen Metalle, namentlich des Wismuths;* *von G. Rose.*

(Aus den Monatsberichten der Berl. Acad. 1849. April¹.)

Bekanntlich lassen sich die Krystallformen sämmtlicher Metalle aus drei Formen ableiten, nämlich dem regulären Octaëder, einem Rhomboëder von $86-88^{\circ}$, und einem Qua-

- 1) Die vollständige Abhandlung mit sämmtlichen Figuren wird in den Abhandlungen der Academie der Wissenschaften zu Berlin vom Jahre 1849 erscheinen.

dratoctaëder von $105^{\circ} 47'$ (in den Endkanten). Zu den octaëdrischen Metallen gehören Gold, Silber, Kupfer, Blei; zu den rhomboëdrischen Antimon, Arsenik, Tellur; zu den quadratoctaëdrischen, so viel man bis jetzt weiß, nur das Zinn, bei welchem dieß von Miller nachgewiesen ist¹⁾. Das Wismuth wurde bisher zu den regulären Metallen gerechnet, dieß ist ein Irrthum; der Verfasser hat gefunden, daß es rhomboëdrisch ist, und zu derselben Gruppe gehörte wie Arsenik, Antimon und Tellur; und dieser Umstand hat ihm Veranlassung gegeben, nicht allein die Formen des Wismuths genauer zu untersuchen, sondern auch die aller übrigen rhomboëdrischen Metalle, um sie mit denen des Wismuths vergleichen zu können.

1. *Antimon.* Der Verf. untersuchte sowohl die durch Schmelzung dargestellten künstlichen als auch die natürlichen Krystalle. Von ersteren erhielt er durch Güte des Hrn. Dr. Elsner, der sie dargestellt hatte, Präparate mit einer halben bis einer ganzen Linie großen Krystallen. Sie hatten alle die Form des Hauptrhomböders R, wie dieß immer der Fall ist, wenn die Krystalle auf diese Weise dargestellt werden, waren aber öfter sehr vielfach in paralleler Stellung so zusammengruppirt, daß dadurch Formen entstanden, die den gestrickten Formen des regulären Systems entsprechen. Die Krystalle, obgleich nur klein und nicht sehr glänzend, konnten indessen doch noch mit dem Mitscherlich'schen Reflexionsgoniometer gemessen werden. Der Verf. fand den Endkantenwinkel nach einem Mittel von 6 Messungen, wovon die größte Abweichung $2,17'$ betrug, $87^{\circ} 35,3'$, wonach die Hauptaxe den Werth 1,3068 erhielt. Der gefundene Winkel weicht nicht sehr von dem Winkel $87^{\circ} 39'$ ab, der sich aus den von Mohs beim natürlichen Antimon angestellten Messungen ableiten läßt, dagegen etwas mehr von dem Winkel von $87^{\circ} 28'$, den Marx bei den künstlichen Krystallen gefunden hat. — Die Krystalle sind sehr vollkommen nach der geraden Endfläche, weniger nach den Endkanten spaltbar.

Die

1) Pogg. Ann. Bd. 58, S. 660.

Die natürlichen Krystalle sind aus derselben Grundform ableitbar, sind aber complicirter. Mohs hatte nur die Winkel der Spaltungsflächen der grofskörnigen Zusammensetzungsstücke von Chalanques gemessen; er beobachtete noch aufser den angegebenen Spaltungsrichtungen andere unvollkommnere nach den Flächen des ersten spitzeren Rhomboëders $2r'$ und dem zweiten sechseitigen Prisma. In der neuern Zeit sind in den Andreasberger Gängen sehr complicirte Krystalle vorgekommen, von denen Hr. Fr. A. Römer in Clausthal die Güte hatte, dem Verf. einige für die Untersuchung zu schicken. Der interessanteste Krystall ist eine regelmäfsige Verwachsung von 6 Individuen, deren jedes eine Combination des Hauptrhomboëders R mit dem zweiten stumpfern Rhomboëder $\frac{1}{2}r$ und der geraden Endfläche c ist; die Flächen des ersteren gehen bis zu den Seitenkanten des Hauptrhomboëders, die Endflächen sind nur klein. Zwei solche Krystalle sind nach dem bei dem Rothgültigerze herrschenden Zwillingsgesetze mit einander verwachsen; sie haben eine Endkante in gleicher Lage und sind mit einer auf dieser rechtwinkligen Fläche verbunden; an den zwei freien Endkanten sind auf gleiche Weise 2 andere Rhomboëder angewachsen, so dafs also in die Ebene, worin zwei Rhomboëderflächen R der beiden ersten Individuen fallen, zugleich zwei Rhomboëderflächen von noch zwei andern Individuen fallen und diese Ebene also von den Hauptrhomboëderflächen von 4 Individuen eingenommen wird. Die Gränzen derselben gegeneinander sind durch kleine Furchen oder Linien bezeichnet und durch diese wird die Zwillingbildung verrathen. Sonst sind die Winkel nicht mit Genauigkeit zu bestimmen, da die Flächen von $\frac{1}{2}r$ parallel der Combinationskante mit R gestreift, und die Flächen c nur klein sind ¹⁾).

- 1) Vergl. die Zeichnung Taf. I. Fig. 22. Die Flächen des Hauptrhomboëders des ersten Individuums sind mit R_1 , des zweiten mit R'_1 , die an die zweiten und dritten Endkanten von R_1 angewachsenen Individuen sind mit R_2 und R_3 , die an die zweiten und dritten Endkanten von R_1 angewachsenen Individuen mit R'_2 und R'_3 und ähnlich die Flächen von $\frac{1}{2}r$ und c der verschiedenen Individuen bezeichnet.

Die früher vorgekommenen Krystalle sind gewöhnlich nur Verwachsungen von 4 Individuen, entweder von der Art wie gewöhnlich beim Rothgültigerz, so dafs an die 3 Endkanten eines mittleren Rhomboëders 3 andere Individuen angewachsen sind, oder die Verwachsung ist ringförmig und die Individuen haben alle eine Fläche von R in gleicher Lage. Da bei dieser Gruppierung diese gemeinschaftliche Fläche R nur klein, die Flächen c dagegen grofs sind, so bilden diese Flächen eine 4 flächige Zuspitzung und die Gruppierung hat das Ansehen von einem aufgewachsenen regulären Octaëder.

2. *Arsenik*. Von diesem Metalle konnte der Verf. nur künstliche durch Sublimation dargestellte Krystalle messen. Die Krystalle sind tafelartige Combinationen von R mit der geraden Endfläche, zuweilen auch noch mit $\frac{3}{4}r'$ und haben 1—3 Linien Durchmesser; parallel der Endfläche sind sie überaus vollkommen und geradflächig spaltbar, noch vollkommener als Antimon, nach $\frac{1}{2}r'$ dagegen, ebenso wie Antimon, in dieser Richtung unvollkommen und mit gestreiften Flächen spaltbar. Gewöhnlich sind sie nach demselben Gesetze, wie das Antimon, zwillingsartig verbunden, nur sind die Krystalle bald mit einer Fläche von $\frac{1}{2}r'$, bald mit einer darauf rechtwinkligen Fläche verbunden, und also nur aneinander gewachsen; in anderen Fällen sind sie auch durcheinander gewachsen.

Die Krystalle sind alle schwärzlich-grau angelauten, dessen ungeachtet aber noch, wenn auch nicht mit grofser Genauigkeit, mefsbar. Da aber die Krystalle so vollkommen nach der Endfläche spaltbar und gewöhnlich zwillingsartig verwachsen sind, so hat man durch Messung der Spaltungsflächen beider Individuen am Zwilling ein Mittel, die Krystalle mit grofser Genauigkeit zu bestimmen. Der Verf. fand jenen Winkel nach einem Mittel von 9 Messungen, wovon die gröfste Abweichung nur 1,38 betrug, $77^{\circ} 0,78'$. Hiernach berechnet sich der Winkel in der Endkante zu $85^{\circ} 4'$ und der Werth der Hauptaxe zu 1,4025. Breithaupt hatte schon früher die Winkel des Arseniks ge-

messen. Er giebt den Winkel in der Endkante von R zu $85^{\circ} 26'$ an.

3. *Tellur*. Das gediegene Tellur kommt zu Facebay bei Zalathna in Siebenbürgen in den Drusenräumen von Quarz in Krystallen vor, die zwar nur äusserst klein, aber bei dem starken Glanze und der Glätte der Flächen doch recht scharf bestimmbar sind. Die Krystalle sind prismatisch, und stellen Combinationen des ersten sechsseitigen Prisma mit dem Hauptrhomboëder R , dem Gegenrhomboëder r und der geraden Endfläche c dar; bei der Kleinheit dieser Krystalle, sowie auch der geringen Gröfse der Zusammensetzungsstücke der derben Massen, in welchen das Tellur gewöhnlich vorkommt, waren die Spaltungsflächen nicht zu beobachten. Die Neigung von R zur Seitenfläche fand der Verf. nach einem Mittel von 10 Messungen, wobei die grösste Abweichung $1,4'$ betrug, $146^{\circ} 55,6$. Hiernach beträgt der Winkel von R in der Endkante $86^{\circ} 57'$ und der Werth für die Hauptaxe wird 1,3298.

W. Phillips, der den vom Verf. gemessenen Winkel schon früher bestimmt hat, giebt ihn von $147^{\circ} 36'$ an.

Künstlich kann man durch Schmelzung das Tellur sehr leicht wie das Antimon krystallisirt erhalten. Der Verf. verdankt dem verstorbenen Bergrath Wehrle in Schemnitz deutliche Krystalle der Art; sie hatten genau die Form und Gröfse der künstlich dargestellten Antimonkrystalle, doch waren ihre Flächen weniger glänzend, daher die Messung nicht genau seyn konnte. Sie gab für den Endkantenwinkel $85-86^{\circ}$, so dafs daraus doch hervorgeht, dafs die Grundform bei den künstlichen und natürlichen Krystallen des Tellurs dieselbe ist. Bei diesen künstlichen Krystallen, da sie gröfser waren, wie die natürlichen, konnten aber Spaltungsflächen deutlich wahrgenommen werden; doch wurden sie nur parallel der Flächen des sechsseitigen Prisma und der geraden Endfläche wahrgenommen, so dafs sich also das Tellur hierin verschieden von dem Antimon und Arsenik verhält. Die erstern Spaltungsflächen sind sehr deutlich, die parallel der Endfläche ist nur unvollkommen.

Ob sich auch eine Spaltbarkeit nach $\frac{1}{2}r'$ findet, konnte der Verf. nicht entscheiden.

4. *Wismuth*. Das Wismuth kommt in der Natur nicht deutlich krystallisirt vor, doch öfter derb mit grobkörnigen in mehreren Richtungen deutlich spaltbaren Zusammensetzungsstücken. Die Spaltungsflächen gehen darin parallel der geraden Endfläche, und parallel $\frac{1}{2}r'$ und $2r'$; die Spaltbarkeit nach der erstern Fläche ist eben so vollkommen, aber die Spaltungsfläche selbst auch eben so wenig glattflächig wie beim gediegenen Antimon, die Spaltbarkeit nach $2r'$ ist etwas unvollkommener als nach c , doch viel deutlicher als nach $\frac{1}{2}r'$ beim Antimon.

Durch Schmelzung kann man, wie Quesneville gezeigt hat, das Wismuth in sehr großen und schönen Krystallen darstellen, die oft Zollgröße haben, wenn gleich ihre Flächen nicht sehr glattflächig sind und gewöhnlich trichterartige Vertiefungen zeigen. Sie sind immer nur das einfache Hauptrhomboëder, wie die künstlichen Krystalle des Antimons und Tellurs, zuweilen in der Richtung einer Endkante verlängert.

In diesem Falle sind sie aber gewöhnlich Zwillingsskrystalle; die Individuen sind, wie bei allen rhomboëdrischen Metallen, mit $\frac{1}{2}r$ verbunden und erscheinen nun als rhombische Prismen von ungefähr $87-88^\circ$, die an den Enden mit einer flachen Zuschärfung von ungefähr 173° versehen sind.

Die Spaltbarkeit ist bei diesen künstlichen Krystallen wie bei den natürlichen. Da die Krystalle wohl groß, aber nicht recht glattflächig sind, so hält es schwer solche zu finden, die sich zu einer nur etwas genauen Messung eignen. Diefes gelingt auch nur bei den kleineren, und hier fand der Verf. den Winkel in der Seitenkante nach einem Mittel von 5 Messungen, wobei die größte Abweichung aber schon bis zu $1,85'$ stieg, $92^\circ 20,3'$. Hiernach beträgt aber der Winkel in der Endkante $87^\circ 39,7'$, die flache Zuschärfung an dem Zwillingsskrystall, welche von einer Fläche von R des einen Individuums und einer andern Fläche von

R des andern Individuums gebildet wird, $173^{\circ} 16'$, und der Werth der Axe wird 1,3035.

Früher hielt man diese Krystalle für Hexaëder, und die Spaltungsflächen nach der geraden Endfläche und dem ersten spitzern Rhomboëder $2r'$ für unter einander gleich und für Spaltungsflächen nach dem regulären Octaëder. Auch sind diese Winkel weder unter einander, noch von denen des regulären Octaëders sehr verschieden; denn die Winkel der Spaltungsflächen des Wismuths von $2r'$ gegen *c* betragen $108^{\circ} 23'$, von $2r'$ gegen $2r'$ in den Seitenkanten $110^{\circ} 33'$, des regulären Octaëders $109^{\circ} 28'$; ebenso weichen die Winkel von *R* von denen des Hexaëders auch nur wenig ab, daher eine Verwechselung ohne Messung der Krystalle wohl möglich war. Der ausspringende Winkel der Zwillingskrystalle, der auch den Verf. erst aufmerksam machte, war übersehen.

5 und 6. *Iridium* und *Osmium*. Iridium kommt mit Osmium in der Natur in mehreren und, wie es scheint, stets bestimmten Verhältnissen mit einander verbunden vor. Man kennt durch die Analysen von Berzelius Verbindungen von 1 Atom Iridium mit 1, 3 und 4 Atomen Osmium. Alle diese Verbindungen haben aber, wie der Verf. bei einer früheren Gelegenheit gezeigt hat, ein und dieselbe Krystallform, woraus sich ergibt, dafs auch das reine Iridium und das reine Osmium dieselbe Form wie die in der Natur vorkommenden Verbindungen von Iridium und Osmium haben müssen.

Das Osmium-Iridium findet sich in der Natur in regulären sechsseitigen Tafeln, zuweilen mit den Flächen eines Hexagondodecaëders als Abstufungsflächen der Endkanten. Die Winkel desselben in den Endkanten betragen $127^{\circ} 36'$, in den Seitenkanten 124° . Hiernach sind die Endkanten dieses Hexagondodecaëders gegen die Axe unter einem Winkel von $31^{\circ} 33'$ geneigt und die abwechselnden Endkanten würden von einem ebenso geneigten Rhomboëder abgestumpft werden, das von dem Rhomboëder des Arsens, dessen Flächen unter einem Winkel von $31^{\circ} 42'$ ge-

gen die Axe geneigt sind, nur wenig verschieden ist. Man kann daher ein Rhomboëder, ähnlich wie es bei dem rhomboëdrischen Metallen vorkommt, als Grundform des Osmiums und Iridiums betrachten, von welchem das vorkommende Hexagondodecaëder nun eine abgeleitete Form ist. Die Winkel der Endkanten dieses Rhomboëders betragen nach den bei den Hexagondodecaëder gefundenen Winkeln $84^{\circ} 52'$, die Axe erhält hiernach den Werth 1,4105, und der Ausdruck des Hexagondodecaëders wird ($\frac{3}{2} a : \frac{3}{4} a : \frac{3}{4} a : c$).

Die Krystalle sind nach der geraden Endfläche sehr vollkommen spaltbar, aber die Spaltungsflächen bei der großen Härte des Osmium-Iridiums immer nur schwer zu erhalten. Andere als diese Spaltungsflächen sind nicht beobachtet.

7. *Palladium*. Das Palladium ist von Zinken in kleinen fast mikroskopischen silberweißen sechsseitigen Tafeln auf Gold aufsitzend zu Tilkerode am Harz gefunden worden. Bei der Kleinheit der Krystalle haben die Winkel derselben nicht gemessen werden können, wahrscheinlich jedoch sind die Tafeln regulär und auch aus einem Rhomboëder ähnlich denen der übrigen rhomboëdrischen Metalle abzuleiten, was indessen erst mit Gewissheit ausgemacht werden kann, wenn größere Krystalle mit gegen die Axe geneigten Flächen gefunden werden.

Aus dem Angeführten geht hervor, daß es sieben unter einander isomorphe rhomboëdrische Metalle giebt, die nach dem Zunehmen der Endkantenwinkel geordnet, folgende sind:

Osmium mit einem Rhomboëder von $84^{\circ} 52'$	
Iridium - - - -	84 52
Arsenik - - - -	85 4
Tellur - - - -	86 57
Antimon - - - -	87 35
Wismuth - - - -	87 40
Palladium - - - -	unbestimmt.

Iridium und wahrscheinlich auch Palladium sind wie der Verf. schon früher gezeigt hat, dimorph, indem sie auch in Hexaëdern vorkommen, und so möchten auch wohl alle übrigen rhomboëdrischen und octaëdrischen Metalle isodimorph seyn.

Sehr merkwürdig aber ist die Uebereinstimmung dieser rhomboëdrischen Metalle in Rücksicht der Form mit gewissen Oxyden die 3 Atome Sauerstoff auf 2 Atome Basis enthalten, wie namentlich mit dem Eisenoxyd (Eisenglanz), dem Chromoxyd, der Thonerde (*Corund*) und dem Titaneisenerz (Eisenoxyd und Titanoxyd) und diese Uebereinstimmung wird noch gröfser, als es auch unter diesen Oxyden solche giebt, deren Formen zum regulären Krystallisationssystem gehören, wie das Antimonoxyd, Telluroxyd und die arsenichte Säure. Man hat also auch bei diesen Oxyden dieselben zwei Reihen mit octaëdrischen und mit rhomboëdrischen Formen wie bei den Metallen, aber sonderbarer Weise gehören die Oxyde zur octaëdrischen Reihe, deren Metalle zur rhomboëdrischen Reihe gehören.

Was nun noch das Wismuth betrifft, so weist noch der Verf. nach, dafs, wie es im einfachen Zustande mit dem Antimon isomorph ist, es auch in seiner Verbindung mit Schwefel als Wismuthglanz, mit dem aus gleicher Atomenzahl bestehenden Schwefelantimon, dem Antimonglanz isomorph ist. Es ist schwer, mefsbare Krystalle von Wismuthglanz zu finden, doch kommen sie zu Gillebeck bei Drammen in Norwegen vor, und diese haben nach den Messungen des Verf. dieselbe Krystallform wie der Antimonglanz, was auch schon aus den Phillips'schen Messungen des künstlichen Schwefelwismuths hervorgeht. Für die übrigen Folgerungen, die der Verf. aus seinen Untersuchungen zieht, mufs auf die Abhandlung selbst verwiesen werden.

**XIV. Beitrag zur Hygrometrie; von Hrn.
G. Lefebvre.**

(*Ann. de chim. et de phys. Ser. III. T. XXV. p. 110.*)

Bei Anstellung einiger Analysen der Luft hatten wir uns vorgenommen die Absorption des Wassers durch austrocknende Apparate zu benutzen, um den hygrometrischen Zustand dieser Luft kennen zu lernen, die wir hauptsächlich in Bezug auf die Kohlensäure studiren wollten. Das Absorptions-Hygrometer ist das genaueste, und mit ihm werden alle übrigen verglichen; allein, wie einfach man es auch einrichte, so erfordert doch ein Versuch mit ihm viel Zeit, und dadurch wird dieses Hygrometer nicht zu Versuchen geeignet, die erst durch ihre Vervielfältigung Werth bekommen.

Im Allgemeinen setzt man wenig Vertrauen in die Hygrometer, die in der That nicht alle nöthigen Bedingungen zur Erlangung sicherer Resultate darbieten. Allein sollte man die Fehler, zu welchen uns diese Instrumente verleiten, nicht kennen lernen können? und wenn man die Gefahr kennt, ist sie auch leicht zu vermeiden.

Wir studirten also den Gang zweier Hygrometer, des Daniell'schen und des Regnault'schen ¹⁾ vergleichungsweise mit den Resultaten des chemischen Hygrometers. Unser Apparat bestand aus einem Ballon von 4,278 Litr., der unten zu einer Spitze ausgezogen und daselbst mit einem Hahn versehen war (Taf. I. Fig. 12). Im Ballon hing ein Quecksilberthermometer, das Fünftel eines Grades angab. Die aufgesogene Luft stammte aus dem nördlichen Hofe der *Faculté de Médecine* her; sie ging, ehe sie in den Ballon eintrat, durch zwei grofse U-förmige Röhren, gefüllt mit von Schwefelsäure getränktem Bimstein und durch ein Proberohr (*témoin*).

1) *Ann. Bd. 65, S. 338. P.*

Im Uebrigen befolgten wir die Vorsichtsmafsregeln, welche Hr. Regnault in seiner Abhandlung über die Hygrometrie angegeben hat ¹⁾, und mittelst der von ihm gegebenen Formel berechneten wir den hygrometrischen Zustand der Luft.

Was die Condensations-Hygrometer betrifft, so beschreiben wir sie hier nicht; wir sagen blofs, dafs wir es beim Hygrometer des Hrn. Regnault zeitsparender fanden, den Aether durch einen eingeblasenen Luftstrom verdampfen zu lassen. Wir trafen blofs die Vorsicht ein mit Bimstein gefülltes U-Rohr einzuschalten, um den Wasserdampf aufzufangen, der sich in den Röhren verdichtet und sie zuletzt verstopft oder beschmutzt hätte.

Wir haben auch an die Oeffnung, zu welcher die mit Aetherdampf beladene Luft austritt, eine lange Röhre angesetzt, damit nicht diese Luft sich mit dem atmosphärischen Wasserdampf vermische. Endlich haben wir vor dem Thermometer eine Linse angebracht, um aus ziemlicher Entfernung beobachten zu können und vom Einflufs unserer eigenen Wärme nichts besorgen zu dürfen.

Was den Moment der Erscheinung des Thaus betrifft, so kann nur Uebung ihn mit Genauigkeit zu bestimmen lehren. Wir sagen nur, dafs es uns bequemer schien, hinter dem Silberwürfel ein hellgraues Papierblatt aufzustellen, da dieses dem Silber eine constante Farbe ertheilt, was nicht der Fall ist, wenn dahinter ein Raum ist, dessen Farbe mit dem Zustand des Himmels wechselt. Wir trafen auch die Vorsicht, aus dem Erscheinen und Verschwinden des Thaus das Mittel zu nehmen.

Bei hoher Temperatur liegen diese Punkte wenig auseinander; ist die Temperatur aber niedrig, so ist der Unterschied gröfser. Diefs Resultat geht aus unseren im August angestellten Beobachtungen hervor und wird durch die im November gemachten bestätigt.

Wir haben erkannt, dafs das Erscheinen des Thaus sich

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. III. T. XV. p. 129. (Ann. Bd. 65, S. 135 u. 321.)*

immer dem vom chemischen Hygrometer angegebenen Feuchtigkeitszustand mehr nähert als das Verschwinden desselben.

In folgender Tafel stellen wir unsere Beobachtungen zusammen:

Versuch No.	Feuchtigkeitszustand		Mittel aus beiden Be- obachtun- gen.	Chemisches Hy- grometer.	Äußere Tempe- ratur.	Wetter.
	nach d. Erschei- nen des Thaus.	nach d. Ver- schwinden				
1	45,92	46,32	46,12	46,07	23°,8 C.	Bedeckt
2	50,31	50,72	50,51	50,64	24,0	Regen
3	58,00	58,49	58,24	57,93	23,8	Regen
4	62,72	63,50	63,11	62,51	22,6	Regen
5	68,27	69,12	68,69	69,78	22,3	Regen
6	63,04	63,51	63,27	62,98	24,0	Bedeckt
7	77,17	78,00	77,58	76,83	19,9	Viel Regen
8	79,81	80,02	79,91	79,21	19,3	Regen
9	73,90	74,17	74,03	73,90	19,8	Regen
10	63,11	66,00	65,55	64,98	18,4	Schön
11	53,88	54,16	54,02	54,63	19,2	Wolkig
12	32,04	32,21	32,12	34,04	22,0	Wolkig
13	63,12	63,96	63,54	62,78	17,5	Regen
14	56,42	57,31	56,86	56,58	17,3	Wolkig
15	44,72	45,70	45,21	45,14	20,7	Wolkig

Untersuchen wir einerseits die Unterschiede zwischen den Resultaten des chemischen Hygrometers und des Regnault'schen Condensations-Hygrometers und erwägen andererseits die Bequemlichkeit des letzten Instruments, welches weder Waagen noch Glasgeräthe erfordert, so werden wir uns leicht zu dem Schlufs entscheiden, dafs dieses sehr gute Anzeigen zum Studium des Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre liefern könne.

Aus den in der Tafel angegebenen Resultaten ersieht man, dafs das Erscheinen des Thaus immer ein Resultat giebt, das dem des chemischen Hygrometers am nächsten kommt. Indefs sichert der Mittelwerth am meisten gegen Irrthümer. Es ist dies jedoch nicht die einzige Probe, welcher wir das Condensations-Hygrometer unterworfen haben; wir haben auch seinen Gang verglichen mit dem gleichzeitigen zweier chemischen Hygrometer.

Zwei chemische Hygrometer, ähnlich dem Fig. 13. Taf. I. abgebildeten, schöpften die Luft an einem und demselben Ort (auf dem nördlichen Hof der *Ecole de Médecine*). Ein Condensations-Hygrometer war am Fenster aufgestellt. Da das Ausfließen der Aspiratore der chemischen Hygrometer wenigstens eine halbe Stunde erforderte, so beobachtete man das Condensations-Hygrometer zu Anfange, in der Mitte und gegen das Ende des Versuchs. Wir geben hier den Mittelwerth dieser drei Beobachtungen und vergleichen damit die beiden chemischen Hygrometer.

No. der Versuche.	Chemische Hygrometer		Condensations-Hygrometer.	Wetter.
	No. 1.	No. 2.		
1	36,08	36,15	36,71	Bedeckt
2	40,85	40,27	41,07	do.
3	41,48	41,79	42,90	do.
4	46,01	46,17	46,11	do.
5	63,55	64,10	64,70	do.
6	58,64		57,12	do.
7	46,05	46,41	46,31	Wolkig
8	44,89	44,72	44,08	do.
9		43,48	42,51	Bedeckt
10	46,37	46,41	47,01	Regen
11	74,41	74,41	74,90	Bedeckt ¹⁾
12	57,20	56,89	56,17	do.

Alle aufgeführten Resultate sind, wie uns scheint, hinlänglich übereinstimmend, um dem Condensations-Hygrometer des Hrn. Regnaults Zutrauen zu verschaffen. Nachdem wir es studirt, haben wir mit ihm auch das Daniell'sche verglichen, aber die Resultate sind dermaßen abweichend, daß wir es für unnütz halten, sie hier beizubringen.

Jetzt nachdem wir das Regnault'sche Hygrometer durch Versuche bewährt gefunden, werden wir uns desselben zur Anstellung täglicher Hygrometer-Beobachtungen bedienen und die Resultate davon später mittheilen.

1) Temperatur sehr niedrig, 16°,5 C.

XV. Ueber die Höhe der Wolken;
von Hrn. A. Bravais.

(*Ann. de chim. et de phys.*, Ser. III, T. XXIV, p. 497.)

Die im Octoberheft 1848 der *Ann. de chimie et de physique* enthaltene Notiz von Hrn. Prof. Wartmann ¹⁾ giebt mir Veranlassung ein schon 1842 zu Lyon von mir angewandtes Verfahren zur Messung der senkrechten Höhe der Wolken über dem Erdboden auseinander zu setzen. Theoretisch weicht dieß Verfahren nicht von dem des Hrn. Wartmann ab; allein in der Anwendung ist es bedeutend verschieden, und gerade diese Verschiedenheiten machen es practisch.

Ich setze zuvörderst die Note hieher, welche Hr. Queelet nach meinen Mittheilungen, in die *Mémoires de l'académie de Bruxelles*, T. XVI. 4^e. append. p. 95 eingerückt hat.

„Ich stelle, sagt Hr. Bravais, an einem hoch gelegenen Ort, auf einem der Thürme der Sternwarte, ein graduirtes Instrument auf, dessen Limbusebene vertical ist, Winkelrecht an dieser Ebene ist eine rechteckige Glasplatte befestigt; die untere Fläche derselben ist geschwärzt, die obere horizontale ist dem Zenith zugewandt, und sie sendet mir durch schiefe Reflexion ein Bild der Wolken. In Richtung des in mein Auge gelangenden Gesichtsstrahls und im Azimut des Limbus des Instruments befindet sich, in schieferm Abstände von etwa 40 Meter, ein Behälter mit Wasser, das mir ebenfalls ein Bild der Wolken zusendet. Das Geschäft des Beobachters besteht nun darin, daß er mittelst einer Stellschraube die seinem Auge benachbarte Glasplatte um eine horizontale (gegen den Limbus winkelrechte) Axe dreht und um einen kleinen Winkel, den ich ω nennen werde, neigt. Man bringt die Bilder zur Coincidenz, in ähnlicher Weise wie bei der Beobachtung mit einem Sextant. Der Winkel zwischen dem Horizont und dem vom Rande

1) Es ist die in den *Ann.* (1842) Bd. 56, S. 635 mitgetheilte. P.

der Wolke auf das Wasser des Behälters gefallenem Lichtstrahl ist eine constante und bekannte Größe. Ich will ihn k nennen; sein Werth ist hier $34^\circ 45'$. Die drei Winkel des Dreiecks, gebildet von der Wolke, dem Behälter und der Glasplatte, sind bekannt. Der Winkel an der Wolke sey 2ω ; der Winkel, dessen Scheitel auf der Glasplatte liegt, ist $2k - 2\omega$. Nennt man endlich h die senkrechte Höhe der Glasplatte über dem Wasserbehälter und H die Höhe der Wolke über diesem Behälter, so findet man leicht

$$H = \frac{h \sin (2k - 2\omega)}{\sin 2\omega}.$$

„Die Größe h ist constant, ihr Werth ist 21,8 Meter. Daraus ergibt sich H . Ich halte es für überflüssig, die Vorsichtsmafsregeln zu zergliedern, die ich anwende, um den von der Spiegelfläche mit dem Horizont gebildeten Winkel ω mit Genauigkeit zu bestimmen. Es hält schwer, diesen Winkel ω bei jeder einzelnen Beobachtung über 1 Minute genau zu messen, allein wenn man das Mittel aus mehren Beobachtungen nimmt, erreicht man, unter günstigen Umständen, eine Genauigkeit von 30 bis 45 Sekunden. Im Allgemeinen variirt dieser Winkel von 3 bis 25 Minuten und selbst darüber hinaus“.

„Sey nun n die Zahl von Sekunden, welche das Bild der Wolke im Behälter gebraucht, um auf der Oberfläche des Wassers in diesem Behälter eine Länge l zu durchlaufen. Das Auge des Beobachters mufs während dieser neuen Beobachtung unbeweglich bleiben oder wenigstens dem Bilde folgen, indem es durch eine kleine unverrückbare Oeffnung sieht. Sey h' die gemessene Höhe dieser Oeffnung über der reflectirenden Fläche, so wird die Geschwindigkeit der Wolke pro Sekunde offenbar seyn:

$$l \frac{(H + h')}{nh'}.$$

„Um l und n leicht zu messen ziehe ich vor, einen künstlichen Horizont von gewöhnlicher Form anzuwenden und

darin das Bild der Wolke, das eine Chorde l beschreibt, zu betrachten; letztere ist leicht gemessen. Durch dieselbe Beobachtung finde ich leicht das Azimut der Bahn der Wolke mit Genauigkeit“.

„Bei allen diesen Rechnungen vernachlässige ich, als sehr erlaubt, die Krümmung des Erdbodens und die terrestrische Refraction“.

Ich will die vorstehenden Angaben durch einige Bemerkungen vervollständigen. Der Apparat, dessen ich mich bediene, ist ein alter Quadrant von ungefähr 1 Meter Radius, der Lyoner Sternwarte gehörig. Als flüssigen Refractor nehme ich Wasser, dem ich etwas Dinte eingebracht habe. Die Oberfläche des Wassers bildet ein Rechteck von 2 Meter Länge und 1 Meter Breite; seine grössere Dimension ist parallel der Vertical-Ebene, in welcher ich das Bild der Wolke beobachte.

Das Erste zu thun war, die Lage zu suchen, welche die Glasplatte vollkommen horizontal machte. Dazu bediente ich mich eines sehr entfernten Gegenstandes, z. B. der Sonne oder eines Sterns; allein da bei der Reflexion von der Wasserfläche das Gesichtsfeld sehr beschränkt gewesen wäre und ich zu lange gewartet haben müßte, um die beabsichtigte Verification vornehmen zu können, so vermied ich dieß mittelst eines grossen Kübels voll geschwärzten Wassers, welches ich 1 oder 2 Decimeter unter dem Wasser aufstellte. Die Flüssigkeit des Kübels vertrat alsdann das Wasser des Behälters, allein bloß für diese Beobachtung. Vermöge dieses Ersatzes hatte ich außer dem Vortheil eines sehr ausgedehnten Gesichtsfeldes noch den eines Unterschiedes im Niveau der beiden reflectirenden Flächen, der klein genug war, um vernachlässigt werden zu können, nicht allein im Fall, wo die Beobachtung an der Sonne oder einem Stern geschah, sondern auch in demjenigen, wo ich die Horizontalität der Glasplatte an Wolken regelte, was auszuführen möglich ist, sobald die Ränder dieser hinreichend scharf sind. Der sonach am Limbus des Kreises bestimmte Ausgangspunkt des veränderlichen

Winkels ω veränderte sich übrigens in der Reihe der Beobachtungen nur sehr wenig. Was die Rechtwinklichkeit der Glasplatte gegen die Verticalebene des Limbus betrifft, so wurde sie mittelst Schrauben bewerkstelligt, ganz in derselben Weise wie dies an den Marinekreisen geschieht.

Ich beharre nicht auf die Nothwendigkeit der Anwendung eines Verfahrens, dessen Strenge unabhängig ist von der Beweglichkeit des Gegenstandes. Offenbar ist dies die schwache Seite der Methode des Hrn. Wartmann und sicher würde derselbe bald selbst dies einsehen, wenn er die Methode der Controle des Versuchs unterwürfe.

Ich erlaube mir noch zwei Ausstellungen. Hr. Wartmann empfiehlt als Ocular eine Platte mit einem kleinen Loch; allein ersichtlich ist, daß eine solche Platte den für diese Untersuchungen sehr großen Uebelstand mit sich führt, die Helligkeit des Objectes zu verringern. Aus demselben Grunde müssen alle stark vergrößernde Fernröhre verbannt werden.

Unter den aus meinen Beobachtungen abgeleiteten Resultaten haben einige Interesse für die Meteorologie. Am 21. Juni 1842 flogen Cumuli, getrieben von Südwestwind, mit der entsetzlichen Geschwindigkeit von 34 Meter in der Sekunde über die Stadt Lyon hinweg¹⁾. Gewitter und Wasserhosen (*trombes*) begleiteten diesen für unser Klima anomalen Zustand der Atmosphäre. Zur selben Zeit hielten sich leichte Cirrhi in einer lothrechten Höhe von etwa 10000 Meter fast unbeweglich. Bei einer so bedeutenden Höhe wie die letztere, war es unmöglich, den Werth derselben genauer als bis etwa ein Achtel zu erhalten; allein man kennt die mittlere Höhe der Cirrhi so wenig, daß diese Annäherung schon bemerkenswerth ist. Ich habe niemals Wolken angetroffen, deren Höhe entschieden über 10000 Meter gewesen wäre.

1) *Mém. de l'acad. de Bruxell. T. XVI. App. 4. p. 55.*

XVI. *Schneeberge im östlichen Afrika.*

Hr. Rebmann, von der *Church Missionary Society's East Africa Mission*, hat kürzlich einen Bericht von seiner Reise ins Innere von Afrika eingesandt. Ungefähr 100 engl. Meilen gerade westlich von Mombas, unter 4° südl. Breite, kam er an den Fuß eines hohen Tafellandes und sah vor sich einen mächtigen Berg, Namens *Kilimandjaro*, dessen Gipfel mit ewigem Schnee bedeckt ist. Die Höhe dieses Berges kann schwerlich unter 20,000 Fuß engl. seyn. Aus andern Nachrichten erfahren wir, daß über ihn der Weg in die Landschaft *Mono-Moezi* führt. Nun heißt *Moezi* in den Sprachen dieser Gegend *Mond* und daher ist es nicht unwahrscheinlich zu schließen, daß der Kilimandjaro-Berg einen Theil des *Mondgebirges* ausmacht, in welches Ptolemäus die Quellen des Nils verlegt und aus Schnee entstehen läst, der sich in den See'n des Flusses ansammelt (*Philosoph. Magaz.* 1849. Mai. p. 389).

Hienach wären denn die vom Vicekönig von Aegypten, Mehemed Ali, den Nil aufwärts veranstalteten Expeditionen noch sehr weit von den Quellen des Flusses entfernt geblieben. Denn die zweite derselben, vom November 1840 bis April 1841, die am weitesten nach Süden gelangte und von unserem Landsmann *Werne* als Freiwilliger mitgemacht wurde, erreichte nur 4° 42' Nördl. Br., unter 29° 18' O. Länge, (*Monatsberichte d. Gesellsch. für Erdkunde in Berlin. Neue Folge Bd. II, S. 21*). Auf der dem Reisewerke des Hrn. *Werne* (*Expedition zur Entdeckung der Quellen des weißen Nils, Berlin 1848*) beigegebenen Karte, wird indess der südlichste Punkt der Expedition, die Insel *Tschanker*, unter etwa 4° Nördl. Br. verlegt. Der Strom hat daselbst noch eine Breite von 100 Meter, und seine Quellen liegen, den Eingebornen zufolge, noch eine Monatsreise südlicher, im Lande *Anjan*.